МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ М. ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАВІГАЦІЇ (ГРУЗІЯ)

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

IX міжнародної науково-технічної конференції

18 – 19 жовтня 2018 р.

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9 м. Миколаїв

Миколаїв, НУК, 2018

УДК 001.895:629.5
И66

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ М. ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАВІГАЦІЇ (ГРУЗІЯ)

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.
Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальний за випуск:
Блінцов Володимир Степанович

И66 **Інновації** в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : НУК, 2018. — 612 с.

У збірнику наведені матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-966-321-354-5

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2018

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

УДК 629.5.01:656.6

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫБЫТИЯ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ «КЛАССИЧЕСКИХ» ПРОЕКТОВ

Егоров Геннадий Вячеславович, Морское Инженерное Бюро, д.т.н., профессор, генеральный директор, egorov@meb.com.ua

Егоров Александр Геннадьевич, Морское Инженерное Бюро, к.т.н., старший научный сотрудник, egorovag@meb.com.ua

В докладе описан мировой опыт утилизации судов. Приведена информация по выбытию судов смешанного плавания основных «классических» проектов, включая аварийные случаи. Выполнен по проектам анализ динамики и технического состояния флота судов смешанного плавания. Дан прогноз по списанию этих судов, а также предложены к строительству оптимальные для существующей конъюнктуры типы судов.

Основными рынками утилизации судов в мире являются Индия, Бангладеш, Пакистан, Китай и Турция. Первые три страны специализируются на морских судах (70-80% рынка), Китай и Турция – на других судах, включая суда река-море плавания (центр разделки в Алиаге в Турции является наиболее популярным местом для разделки отечественных судов, на втором месте – Череповец в России).

Следует заметить, что заводы по утилизации в Индии, Бангладеше и Пакистане позиционируются как «грязное» производство, при этом, такие же заводы в Китае и Турции более технологичны и экологически безопаснее.

Исследования авторов настоящего доклада однозначно показали, что утилизация «старых» серий судов смешанного река-море плавания не только идет, но и идет с нарастающими темпами.

Пик ее пришелся на 2008 -2015 годы и этот процесс продолжается сейчас.

Из исследованных 2195 построенных с 1956 по 1999 год судов смешанного, внутреннего и ограниченного морского плавания самых известных серий на сегодня списано 812 судов (37%). Потеряно в катастрофах 98 (12%) со средним возрастом 29,7 года. Утилизировано 714 со средним возрастом сдачи на металлом 35,2 года.

Работает 1179 единиц со средним возрастом 37,5 лет. В отстое 204 судно со средним возрастом 40,6 года. Прогноз на 2020 году – 835 судов старых типов, на 2025 год – 362 судна.

Через 5-10 лет вполне объективно будут списаны более 50-70% эксплуатируемого в настоящее время флота, что приведет к обвалу объемов перевозок на водном транспорте.

Основными критериями грядущего массового списания судов внутреннего и смешанного река-море плавания являются [1]:

- крайний физический износ;
- моральное старение, в том числе по экономическим и экологическим требованиям и по характеристикам самого судна;
- большие капиталовложения в поддержание должного технического состояния судов для прохождения классификационного освидетельствования Регистром (документы действуют в течение 5 лет при условии ежегодного подтверждения). В результате затраты на ремонт и подтверждение классификационных документов не окупаются в течение 4-5 лет на тех направлениях и грузах, где работает судно, т.е. ремонт и подтверждение класса экономически нецелесообразно;
- в случае, когда дальнейшая эксплуатация судна угрожает безопасности судоходства и связана с высокими рисками аварии;
- в случае, когда рост эксплуатационных затрат, связанных с поддержанием судов в рабочем состоянии (топливо, масло, запчасти, материалы, страхование и др.), делает его дальнейшую эксплуатацию нерентабельной.

Выводы

Предстоящее списание флота воднотранспортной отрасли нанесет существенный, практически невосполнимый ущерб, в первую очередь, внутренним речным перевозкам и смешанным перевозкам.

Несмотря на средний возраст, достаточно высокий в серии, два типа судов списывают достаточно мало и, как правило, по техническому состоянию – суда «Волго-Дон макс» класса («Волго-Доны» российской

и румынской постройки, «Волгонефти» российской и болгарской постройки), обеспечивающие наиболее возможную грузоподъемность на речных осадках из всех существующих судов и суда типа «Омский» грузоподъемностью 3000 тонн при осадке около 3,20 м, которая, по сути, не зависит от погоды («водности»).

Это позволяет рекомендовать строить новые суда именно с такой философией работы – «Волго-Дон максы» в сухогрузном, нефтеналивном и комбинированном вариантах и суда взамен «Омских» как типы судов, фактически выбранные рынком.

Литература

1. **Егоров Г.В., Егоров А.Г.** Суда смешанного река-море плавания и внутреннего плавания: роль «старых» серий судов и их перспективы [Текст] // Морская Биржа. - 2017. - №1 (59) - С. 18-30.

УДК: 658.7

ІНТЕГРАЦІЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ ДО ГЛОБАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНО ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Козир Б.Ю., Народний депутат України
Фатєєв М.В., Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Останнім часом світові транспортні мережі зазнали помітних з точки зору економічного впливу трансформацій. Економічне зростання потребує більш тісного взаємозв'язку, щоб підтримувати і заохочувати всебічний розвиток кожного регіону.

Створення єдиної транспортної мережі за межами національних кордонів призведе до зниження загальних витрат, дозволяючи ефективно використовувати енергію, корисні копалини та сільськогосподарську продукцію. Новий підхід до розвитку торгівельно-транспортних сполучень має базуватися на спільному розвитку кожного регіону для економічного зростання, залучення інвестицій та зайнятості.

На сьогодні динамічно розвиваються та реалізуються різні транспортні ініціативи, такі як транс'європейські транспортні мережі, один пояс – один шлях, транспортні коридори ГУАМ та TRACEKA та інші. Мають місце поєднання цих ініціатив, наприклад у рамках проекту «EU - China Connectivity Platform», що націлений на підвищення координації між програмою Китаю «Один пояс – один шлях» та Транс'європейською транспортною мережею (TEN-T).

З метою формування комплексного підходу для удосконалення умов перевезень вантажів та розвитку супутньої інфраструктури Українська сторона вийшла з ініціативою реалізації багатостороннього проекту «Три моря – сто доріг». Основу проекту складає організація мультимодальних перевезень між регіонами Балтійського, Чорного та Каспійського морів, але не по одному маршруту транспортування, а за кількома. Дана ініціатива поєднується з пропозиціями Європейської комісії та Китаю у рамках «EU - China Connectivity Platform»

Першочергові задачі, які необхідно вирішити на шляху модернізації транспортної системи України:

1.Ідентифікація конкурентних переваг різних маршрутів транспортування вантажів по коридорам, що перетинають територію України.

2.Створення уніфікованих технологічних умов при організації вантажних перевезень у сполученні Європа-Азія.

3. Використання інноваційних і впровадження єдиної цифрової організаційно-управлінської платформи при здійсненні доставки товарів.

Україна морська держава. Морський та внутрішній транспорт мають високий потенціал, який треба реалізовувати для підвищення конкурентоспроможності національної економіки в цілому.

Відродження транспортної системи р. Дніпро є складовою міжнародного мегапроекту створення водного транспортного коридору Балтика-Чорне море. Реструктуризація морських та річкових портів потребує значних інвестиційних ресурсів. Ці задачі вирішуються на базі Законів України «Про державно-приватне партнерство» та «Про концесії».

Важливим фактором вирішення поставлених задач є створення ефективної системи підготовки кадрів різного рівня та функціонального призначення: плавсклад, берегові служби, управлінці.

Проект Закону України «Про внутрішній водний транспорт» забезпечує підґрунтя для зростання тоннажу річкового флоту під державним прапором України, для побудови сучасних транспортних засобів та розвиток вітчизняних судноплавних компаній.

УДК 621

ВИКТОР ИВАНОВИЧ РОМАНОВ – ВЫДАЮЩИЙСЯ КОНСТРУКТОР И УЧЕНЫЙ

А.А. Халатов, академик, ИТТФ НАН Украины,
Ю.Я. Дашевский,
С.Н. Мовчан,
В.Н. Чобенко, НПКГ «Зоря» - «Машпроект»,
А.П. Шевцов, НУК им. адмирала Макарова

Путь конструктора газотурбинной техники в специальном конструкторском бюро газотурбинных установок в городе Николаеве Виктор Иванович Романов начал в декабре 1954 года в отделе редукторов. Творческий подход и неординарность мышления позволили Виктору Ивановичу уже в апреле 1955 года стать конструктором второй категории, а через пять месяцев – первой. Через три года Виктора Ивановича переводят в отдел турбин – заместителем начальника отдела, а через год, в 1959 году он становится начальником отдела.

Работая в редукторном и турбинном отделах, он зарекомендовал себя как специалист, целеустремленная личность и руководитель способный принимать быстрые и неординарные решения.

В январе 1968 году его назначают Главным конструктором Союзного проектного бюро (СПБ) «Машпроект». Основная его концепция развития корабельных газотурбинных установок, как главного конструктора, заключалась в разработке унифицированного ряда высокоэкономичных двигателей для водоизмещающих кораблей и кораблей с динамическими принципами поддержания.

В результате выполнения работ, в соответствии с концепцией, за счет повышения температуры и степени повышения давления цикла были созданы газотурбинные двигатели мощностью от 3000 до 25000 кВт с коэффициентами полезного действия от 28 до 36%.

Параллельно с работой по созданию корабельных агрегатов велись работы по расширению применения ГТД, разработанных СПБ «Машпроект». В 1966 году на предприятии были начаты работы по созданию газотурбогенераторов на базе судовых турбин. С 1970 по 1978 г.г. было построено шесть плавэлектростанций «Северное сияние» и 22 энергопоезда «Маяк» с двигателями ГТГ-1 и ГТЭ-4 соответственно. Впервые в истории предприятия на этих установках были применены утилизационные котлы.

С 1975 года в СПБ «Машпроект» началось создание газотурбинных установок для привода нагнетателей магистральных газопроводов. В результате конверсии создаются газотурбинные установки для газоперекачивающих агрегатов от 3,0 до 25 МВт.

Почти одновременно с созданием газотурбинных установок для привода нагнетателей магистральных газопроводов в СПБ «Машпроект» создаются энергетические газотурбинные установки для выработки электроэнергии мощностью 6, 16, 25 МВт.

Для повышения экономичности корабельных и судовых ГТУ были разработаны агрегаты с утилизацией теплоты уходящих газов ГТД. Корабельные парогазовые установки М21 и М25 получили увеличение механической мощности на 25-30% благодаря паровой утилизации и паровым турбинам.

В ноябре 1988 года СПБ «Машпроект» преобразовано в Научно-Производственное Объединение (НПО) «Машпроект», а Виктор Иванович Романов назначается генеральным директором – генеральным конструктором НПО.

Опираясь на созданный им творческий коллектив единомышленников, Виктор Иванович не боялся браться и за сверхсложные задачи. Это когенерационные установки на Мозырьском НПЗ и Одесском припортовом заводе (ОПЗ). Первая работала вначале на вакуумном газойле, а затем на водородосодержащем газе. На ОПЗ газотурбинный двигатель «AVON» был заменен на ДГ90Л2 с когенерацией.

В восьмидесятых годах прошлого века, под руководством Романова, велась секретная разработка специальной трех мегаватной газотурбинной установки под названием «Аксамит» Уникальность установки заключалась в том, что она реализовала замкнутый цикл по воздуху, а теплоту получала от натрий-калиевого (Na-K) теплоносителя. В 1990 г. установка прошла успешно испытания, показав КПД двигателя 26%. В этой установке впервые на предприятии была применена регенерация теплоты в цикле.

В начале 90-х годов Виктор Иванович принимает решение о разработке совершенно новой установки с двигателем, который объединяет в себе и ГТД и паровую турбину. Это установка «Водолей». Весь пар, утилизируемый в паровом котле, полностью направляется в камеру сгорания газотурбинного двигателя. Это дает прирост мощности 60% по сравнению с исходным ГТД. При этом экологические характеристики установки находятся на уровне лучших мировых показателей – NO_x и CO не превышают 25 ppm. Отличием установки реализующей технологию «Водолей» от известных в мире установок «Stig» является то, что у на выходе из утилизационного парового котла (по газовой стороне) установлен контактный газоохладитель–конденсатор. Контактный конденсатор позволяет возвращать весь подведенный пар обратно в цикл, выделяя

его из газопаровой смеси в виде конденсата, а при температурах наружного воздуха ниже 25°С получается дополнительный конденсат, образующийся от сжигания углеводородного топлива. Было создано две установки. Экспериментальная мощностью 25 МВт с двигателем ДС90 №1, которая наработала на стенде в боксе10 цеха 100 – около 12000 часов, выдав в сеть города около 200 млн. кВтч электроэнергии. Вторая установка ГПУ-16К мощностью 16 МВт с двигателем ДУ70 установлена на КС «Ставищенская» газопровода «Прогресс». В 2003 году установка введена в опытно-промышленную эксплуатацию, а в 2005 - переведена в промышленную с КПД 42,1%.

По инициативе генерального конструктора с конца 80-х годов до начала 2000-х в НПО «Машпроект» велись работы по разработке и созданию ГТУ с регенерацией. ГТД 3200РГ создавался на базе ГТД 2500. Его преимуществом был высокий кпд - 40%, причем при снижении режима двигателя от номинала до 0,4 номинала КПД снижался незначительно. Были разработаны конструкции пластинчатых регенераторов прямоугольной и кольцевой формы. Секции регенераторов прошли испытания в НИО, достигнутая степень регенерации 0,8. Вначале 2000-х годов работы остановлены в связи с отсутствием финансирования.

На основе потребностей электростанций большой мощности (более 100 МВт) генеральный конструктор НПО «Машпроект» вносит предложение о создании газотурбинного двигателя простого цикла мощностью 110 МВт с последующей разработкой на его основе газопаровой установки мощностью 325 МВт. Затем на предприятии начата разработка следующего двигателя – мощностью 45-60 МВт. В настоящее время опытно-доводочные работы по нему продолжаются.

Реализация задач создания газотурбинной техники на уровне лучших мировых аналогов, а в некоторых случаях и превосходящих их, возможна при наличии передовых научной и технической баз. Виктор Иванович Романов не только постоянно уделял внимание развитию науки и научных кадров на предприятии, как руководитель, но и лично много занимался научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами. В 1992 году ему по результатам защиты диссертации присуждается научная степень доктора технических наук по специальности 05.08.05 «Судовые энергетические установки».

Необходимо отдельно отметить работу Виктора Ивановича Романова в специализированном ученом совете Д38.060.01 при Национальном университете кораблестроения имени адмирала Макарова. Он подготавливал отзывы на авторефераты, оппонировал диссертации соискателей научных степеней и участвовал в дискуссиях по докладам на научно-технических конференциях. Как ученый с большим практическим опытом профессионально, принципиально и доброжелательно способствовал развитию и становлению научных кадров, А то, что он не имел пропусков заседаний ученого совета, подчеркивает его высокую дисциплинированность.

Необходимо отметить, что уйдя в 2001 году на заслуженный отдых, Виктор Иванович не сидел, сложа руки. Он много внимания уделял внедрению в эксплуатацию ГТГ110 и установки ПГУ-325 на ГРЭС в г.Комсомольске Ивановской области. Он регулярно посещал Рыбинск и Ивановскую ГРЭС для решения неотложных задач. Позже он занялся разработкой роторного двигателя внутреннего сгорания мощностью 100 кВт, дожимающих компрессоров. В мае нынешнего года он завершил работы по разработке трехроторного двигателя внутреннего сгорания ориентировочной мощностью 30 кВт. У конструкторов он получил название «Двигатель Романова».

Основные научные и прикладные результаты его работ изложены в статьях, которые опубликованы в широко известных научно-технических изданиях «Газотурбинные технологии», «Двигатель», сборники трудов «ASME», в докладах международных и отраслевых научно-технических конференций.

За заслуги в развитии науки и техники Виктор Иванович Романов награжден орденами Ленина (1966г.), и Октябрьской революции (1971г.), двумя Государственными премиями СССР в области науки и техники (1975г. и 1985г.), Государственной премией Украины в области науки и техники (2006г.) ему присвоено почетное звание «Заслуженный конструктор Украинской ССР» (1988г.), избран членом Академии инженерных наук Украины (1992г.), Академии наук судостроения Украины (1997г.), Нью-Йоркской академии наук (1991г.), членом Американского общества инженеров механиков(1991г.).

УДК 629.5

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ НИИ ПРОБЛЕМ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ, ПРОЧНОСТИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ НУК ПО ОСНОВНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА

Некрасов В.А., Бондаренко А.В.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

НИИ аэрогидродинамики, прочности и проектирования судов НУК основан в 2010 году на базе научных коллективов и лабораторий кафедр гидромеханики, морских технологий, конструкции корпуса корабля, строительной механики корабля, теории и проектирования судов.

К основным направлениям работы НИИ отнесены:

1. Развитие сформировавшихся в НУК новых научных направлений в области совершенствования мореходных качеств, прочности и проектирования кораблей и судов.

2. Организация и проведение комплексных научных исследований на основе совместного участия в исследованиях научных коллективов кафедр НУК, профильных университетов Украины и международного сотрудничества НУК с университетами зарубежных стран.

3. Решение проблем методического, нормативного и проектного обеспечения портовых, речных и морских флотов Украины, пополнения этих флотов проектными решениями кораблей и судов, обладающими высокими показателями эффективности и надежности.

ГБ НИР «Совершенствование эффективности и надежности малых быстроходных металлических судов» (№ гос. регистрации 0113U000244, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А.В. Бондаренко) выполнена тремя университетами – НУК г. Николаев, ОНМУ г. Одесса и СНТУ г. Севастополь. В результате систематических теоретических и экспериментальных исследований в опытовых бассейнах НУК и ОНМУ разработаны методы определения характеристик ходкости такого типа судов, с учетом влияния, так называемого эффекта «лунок», и их мореходности при действии интенсивных ударных нагрузок, возникающих в условиях хода на волнении. Показано, что трансформация судовой поверхности с помощью «лунок» и установка на ней вихреобразователей специальной конфигурации и определенного расположения по длине судна приводит к уменьшению его сопротивления на 4-8%. На основе выполненных исследований определена совокупность критериев проектирования корпусных конструкций и поиска оптимальных главных размерений малых судов.

К тематике этой работы примыкают исследования по ХД НИР «Буксировочные испытания модели катера проекта 1100 «Марлин-М» (№ 1092, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель А.П. Ястреба), выполненные по заказу НПО «Море» г. Феодосия. Назначение катера – использование в составе морской охрана президента Украины. В результате выполнения этой НИР найдена оптимальная форма свободно вентилируемого зареданного днищевого пространства катера, даны рекомендации по дополнительной установке кормового интерцептора с целью достижения устойчивой скорости хода катера порядка 45-50 узлов на тихой воде и увеличения мореходности на волнении. НПО «Море» провело натурные сдаточные испытания такого катера, которые подтвердили результаты исследований, сформулированных и выполненных в опытовом бассейне НУК. Расхождение спрогнозированной по данным эксперимента скорости хода катера с полученным ее значением при сдаточных испытаниях оказалось менее одного узла.

Комплексная ГБ НИР «Мореходность и прочность экраноплана при движении в условиях взволнованного моря» (№ гос. регистрации 0112U000351, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственные исполнители к.т.н. А.В. Бондаренко, д.т.н. Л.И. Коростылев, к.т.н. Е.Т. Бурдун) выполнена научными коллективами трех кафедр НУК. Теоретическая часть работы реализована в ранее неисследованной области [1] – стохастической динамике экраноплана, т.е. в той области, практика использования в которой экранопланов приводила к многочисленным авариям этого типа судов от разрушения конструкций корпуса под действием интенсивных переменных нагрузок и потери устойчивости движения над взволнованной поверхностью моря. В работе обеспечение высоких значений показателей прочности экраноплана, в рамках возможных вариаций ветро-волновых нагрузок, достигнуто выбором конструктивной схемы экраноплана и узлов соединения его элементов. Решающая роль при этом отдана использованию современных конструкционных материалов – композиционных трехслойных армированных углепластовыми полотнами. Исследования стохастической аэрогидродинамики экраноплана с цель определения допустимых ветро-волновых нагрузок выполнено с помощью численных методов моделирования его движения на всех стадиях полета – взлета, движения над взволнованной поверхностью моря на различной высоте, приводнения. Исследование устойчивости стадий движения экраноплана с помощью методов локальной и нелокальной стохастической устойчивости, разработанной В.А Некрасовым [2], обнаружило уникальное свойство экраноплана – возникновение потери устойчивости фазового сдвига между процессами волнения и килевой качки экраноплана при его движении на уровне ниже некоторой высоты над взволнованной поверхностью моря относительно развитой интенсивности. Этот тип потери

устойчивости, как правило, сопровождается высокоскоростным ударом о поверхность взволнованного моря и гибелью экраноплана. Работы по НИР завершены концептуальным проектом экраноплана для морской спасательной службы Украины и рекомендациями по его использованию.

Комплексное исследование по теме «Определение технической и экономической эффективности дополнительных устройств улучшения ходкости морских транспортных судов» (№ 2001, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко) выполнено научными коллективами кафедры гидромеханики и кафедры теории и проектирования судов по контракту с Jiangsu University of Science and Technology (JUST) г. Ченчян провинция Янсу КНР. В этой работе исследовано влияние на ходкость крупнотоннажных морских судов установки устройств, перенаправляющих на гребные винты потоки жидкости, обтекающие корпус судна, включения в состав его движителей контрпропеллеров и специальных сочленений ступиц винтовой группы с рулем. Использование перечисленных дополнительных устройств позволяет в сумме увеличить эффективность движительных комплексов таких судов на 10-15%. Разработан метод определения влияния дополнительных устройств улучшения ходкости на общий пропульсивный коэффициент, который используется в процессе выбора главных элементов и проектирования этого типа судов по критериям экономической эффективности.

По заказу JUST г. Ченчян провинции Янсу научным коллективом кафедры теории и проектирования судов выполнена НИР по теме «Разработка проекта комплекса учебных установок для исследования плавучести, остойчивости, непотопляемости и бортовой качки судна на тихой воде и методического руководства по выполнению лабораторных работ на этих установках» (№ 1940, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко). К настоящему времени на судостроительном заводе г. Ченчян изготовлен такой комплекс, он введен в учебный процесс JUST.

Для морского порта «Авлита» г. Севастополь научным коллективом кафедры теории и проектирования судов выполнена ХД НИР на тему «Разработка технологии швартовки судов к причалам АО «СК «Авлита», выбор необходимых буксиров» (№ 1889, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко). В этой работе на основе сформированного метода расчета аэрогидродинамических сил, действующих на транспортное судно и сопровождающие его буксиры при швартовых операциях в географических, климатических и гидрометеорологических условиях морских портов юга Украины, разработан метод математического моделирования швартовых операций транспортных судов в сопровождении современных ASD буксиров, который реализован в виде трековых представлений совместного движения судна и буксиров и их текущего позиционирования друг относительно друга на топографической карте порта. Метод позволяет для допустимых наиболее жестких погодных условий морского порта и параметров швартуемого судна определять необходимые величины тяговых усилий винторулевых колонок буксиров, их суммарную мощность и необходимое количество буксиров для обеспечения швартовых операций при достаточно высоком уровне их безопасности.

Продолжением работ для порта «Авлита» явилась ХД НИР на тему «Определение необходимого количества и мощности существующих портовых буксиров для обслуживания ГП «МТП «Южный» и терминалов, которые находятся в акватории Малого Аджалицкого лимана» (№ гос. регистрации 0114U003764, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко). При выполнении этой НИР разработана модель функционирования буксирного флота морского порта на промежутке времени равном одному году с учетом наличия в его составе различных типов буксиров с различными тяговыми усилиями, работы буксирного флота порта при всесезонных изменениях погодных условий как на подходах к порту, так и в акватории порта, для всех типов и размеров судов, посещающих порт, родов транспортируемых ими грузов и производительности существующего погрузочно-разгрузочного оборудования причалов порта. На этой основе сформулирована и решена оптимизационная задача определения состава буксирного флота порта, диапазона необходимых тяговых усилий и оптимального распределения тяговых усилий между буксирами. Разработана методика оперативного назначения необходимого количества и тяговых усилий буксиров для реализации операций сопровождения и швартовки-отшвартовки судов, прибывающих и покидающих порт в текущих погодных условиях. Дополнительно к этим, имеющим большое теоретическое и практическое значение результатам, разработан принципиально новый метод назначения необходимого количества и суммарных тяговых усилий буксиров для выполнения швартовых операций в морских портах Украины, предельно упрощающий такое назначение. Метод оперирует только двумя уровнями интенсивности погодных условий и длиной судна, не требуя для реализации швартовых операций определения его типа и состояния нагрузки (в полном грузу или в балласте). В результате выполнения НИР разработана принципиально новая структура и состав Обязательных постановлений морского порта Украины, касающихся выполнения швартовых операций у причалов порта, а также принципиально новое содержание Норм буксирного обеспечения морского порта – Приложения №30 действующего, существенно устаревшего РД 31.31.37-78.

За счет средств, полученных в результате выполнения ХД НИР, научный коллектив кафедры теории и проектирования судов (научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов) осуществил комплексную модернизацию опытового бассейна НУК, оснащение его современной силовой и микропроцессорной

техникой, специальным оборудованием для проведения экспериментальных исследований эскортных буксиров, парусных яхт и скоростных катеров, реализовал внедрение автоматизированных систем управления экспериментом и обработки экспериментальных данных. В 2018 году в результате выполнения научно-исследовательских работ по заказу ООО «Артель» опытовый бассейн пополнен современным станком ЧПУ для изготовления моделей судов.

За время существования НИИ аэрогидродинамики, прочности и проектирования судов в опытовом бассейне НУК проведены экспериментальные исследования ходкости большинства спроектированных в конструкторских бюро Украины и построенных на судостроительных заводах Украины эскортных буксиров (научные руководители д.т.н. В.А. Некрасов, к.т.н. А.В. Бондаренко, к.т.н. А.В. Вашедченко, ответственный исполнитель А.П. Ястреба). Среди них эскортные буксиры проектов ПЕ-65, ПС-45 и ПС-45м ООО “Пелла Дизайн”, проектов Tug55, Tug55PA, Tug70 корпорации «TransShip», буксир «Гермес» (теперь Tug19) и другие. На основе этих экспериментальных исследований по заказу ООО «Краншип» корпорации «TransShip» выполнена ХД НИР «Разработка методики определения усилий, которые действуют на буксир в режимах стационарных эскортных операций» (№ 2058, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко). Методика утверждена классификационным обществом РМРС для использования в процессе присвоения спроектированному буксиру эскортного класса без проведения натурных эскортных испытаний. Параллельно с экспериментальными исследованиями ходкости эскортных буксиров класса Arc4, Arc5 и Arc6 выполнены исследования их ледовой прочности и ледовой ходкости (научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов), в результате которых НУК включен в список организаций, имеющих одобрение Регистра на выполнение расчетов ледовой прочности и ледовой ходкости судов.

При исследовании ледопроходимости судов (д.т.н. В.А. Некрасов [3]) введена типизация ее предельных режимов – колка льда наклонным резанием или вертикальным продавливанием. Реализация этих режимов определяется формой носовой оконечности ледокола. Обнаружено, что практически весь ледокольный флот постройки СССР и России, включая ледокол «Капитан Белоусов» – единственный ледокол Украины, который обслуживает Мариупольский порт Азовского моря, имеет форму носовых оконечностей, реализующих колку льда в режимах, существенно удаленных от наиболее эффективного вертикального продавливания. Смена формы носовой оконечности ледокола в соответствии с изменением типа колки льда от близкой к наклонному резанию к близкой к вертикальному продавливанию позволяет увеличить ледопроходимость судна вдвое при уменьшении мощности его силовой установки на 40–50 %. Все эскортные буксиры, спроектированные и построенные корпорацией «TransShip», генеральный конструктор Е.Д. Демидов, имеют форму носовой оконечности, реализующие режим колки льда продавливанием. Учитывая очень высокие удельные мощности силовых установок этих буксиров их можно отнести к ледоколам наивысшей ледопроходимости. В связи с этим в настоящее время корпорация «TransShip» реализует проектирование эскортного буксира «Азов» для Мариупольского порта, который в паре с действующим эскортным буксиром «Капитан Меркулов», производства той же корпорации, способен проложить в Азовском море зимний канал, по которому может пройти любой транспортный караван с наиболее эффективной для ледового плавания скоростью хода 12 узлов.

В опытовом бассейне НУК проведены также исследования ходкости и управляемости большинства кораблей и катеров береговой охраны, спроектированных в Украине Glomar Supplies Ltd Co. - проекты PV50M, PV50V3, SV-01, SV-01M, и Проектно-исследовательским центром кораблестроения - проекты «Гюрза–М», «Бриз-40», «Коралл», «Лань» (научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственные исполнители к.т.н. А..В. Бондаренко, А.П. Ястреба). При этом экспериментальные исследования выполнены по классической для опытовых бассейнов схеме: сначала, как правило, испытывались голые корпуса (основная рекомендация ITTC), затем корпуса с интерцепторами или транцевыми плитами. После этого производилась оценка влияния на сопротивление движению корабля или катера выступающих частей его движительно-рулевого комплекса и скулового пояса. С помощью указателей линий тока визуализировались картины обтекания корпусов исследуемых кораблей и катеров. Масштабы моделей и скорости их движения выбирались таким образом, чтобы числа Рейнольдса моделей для расчетных значений скоростей движения натур были заведомо больше критических. С целью дальнейшего уменьшения влияния так называемого масштабного эффекта и создания такого же как у натур соотношения длин ламинарных и турбулентных участков пограничных слоев использовались турбулизаторы расчетной толщины, устанавливаемые в расчетных местах по длине моделей.

Фундаментальное исследование эффективности и надежности защиты кораблями береговой охраны морских государственных границ Украины выполнено в рамках ГБ НИР на тему «Разработка метода определения главных размерений и характеристик кораблей береговой охраны для защиты морских границ государства» (№ гос. регистрации 0115U00030, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко). Исследования осуществлены на основе открытого в НУК нового научного направления в области проектирования кораблей и судов [4]. Особенностью этого научного направления является дополнение оптимизационных задач выбора главных размерений проектируемых кораблей и судов построением виртуальных пространств их функционирования и математических моделей

функционирования. При этом достижение наивысших значений показателей эффективности и надежности проектируемых кораблей и судов реализуется с помощью достаточно подробного описания их функциональных операций в классе марковских случайных функций. Анализ существующих систем охраны морского пограничного пространства, в основу которых положен принцип реализации кораблями охраны двух типов операций – поиска нарушителей и их задержания, выявил необходимость изменения этих систем охраны. При современных средствах наблюдения с помощью горизонтных и загоризонтных радиолокационных станций, а также спутникового наблюдения операция поиска нарушителей с помощью кораблей береговой охраны потеряла свое значение. В связи с этим предложена новая двухэшелонная система охраны морского пограничного пространства Украины с участием двух типов быстроходных катеров – катеров охраны территориального моря и катеров охраны морской экономической зоны. Эффективность предложенной схемы охраны протестирована с помощью математического игрового взаимодействия в погодных условиях Черного и Азовского морей возможных нарушителей морского пограничного пространства Украины с предложенными типами катеров береговой охраны в предположении о возможности использования этими катерами современных морских комплексов стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия. Сформулированы и решены оптимизационные задачи выбора главных размерений и характеристик таких катеров по критерию «стоимость – эффективность». Предложены варианты решения проблемы: для охраны территориального моря – быстроходный катер со свободно вентилируемым зареданным пространством, по характеристикам функционирования не уступающий российскому катеру «Мираж», который оборудован комплексами управляемых интерцепторов, и для охраны морской экономической зоны – катер типа Exe-Bow или SWATH. Модели всех этих вариантов катеров испытаны в опытовом бассейне НУК. Таким образом, главным результатом выполненной исследовательской работы явилось теоретико-экспериментальное обоснование того факта, что для эффективной охраны морского пограничного пространства Украины нет необходимости использования кораблей большого водоизмещения с катерами и вертолетами на борту, достаточно ограничится применением компактных, быстроходных носителей средств береговой охраны, оснащенных современным радиолокационным оборудованием и установками эффективной нейтрализации нарушителей [5]. Летом 2018 года НУК получил заказ от ПрАТ «Завод «Кузня на Рыбальському» на выполнение ХД НИР по теме «Изготовление и проведение буксировочных испытаний модели катера проекта 58504». Характеристики этого катера близки к полученному при выполнении ГБ НИР оптимальному решению катера охраны морской экономической зоны.

По заказу Главного управления кораблестроения ВМС ВС Украины выполнена НИР на тему «Разработка методик автоматизированного расчета стоимости и сроков создания перспективных кораблей и судов определенных классов для нужд ВМС Украины при ограниченных объемах информации» (№ гос. регистрации 0116U005261, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов). Выполнение этой НИР осуществлено на основе разработанного метода продукт-ориентированного проектирования кораблей и судов, в основу которого положены системы разбиения их на части и оценки стоимости частей – так называемые системы ESWBS и ECER [6]. Применение этих систем переводит процесс исследовательского проектирования кораблей и судов на использование стандартов НАТО. Разработанный комплекс методик позволяет в зависимости от страны, в которой расположена судостроительная верфь, ее оснащения и состояния рабочей силы, а также текущего и прогнозируемого состояния рынка поставок судостроительных материалов и оборудования, определить временные и стоимостные характеристики этапов проектирования и строительства кораблей и судов всех типов и классов. Разработанный комплекс методик утвержден главкомом ВМС ВС Украины.

На основе введенных градаций продукт-ориентированного и систем-ориентированного проектирования, включения их в разработанные ранее методы оптимизационного проектирования, получило дальнейшее развитие базовое научное направление НИИ аэрогидродинамики, прочности и проектирования судов – исследовательское проектирование кораблей и судов, с помощью которого решались и продолжают решаться проблемы функционирования портовых, речных и морских флотов, а также морских добывающих комплексов Украины, вопросы пополнения их новыми плавучими инженерными сооружениями.

В связи с этим следует отметить уже осуществленную разработку новых концептуальных проектов речного трамвая с электродвижением, пассажирского судна на подводных крыльях, исследовательского судна типа SWATH, лоцманского катера, судна обслуживания морских ветроэнергетических комплексов, автопассажирского катамарана, и других быстроходных судов (научный руководитель к.т.н. А.В. Бондаренко), а также новых концептуальных проектов спасательного судна для Азово-Черноморского бассейна (по инициативе Министерства инфраструктуры), судна обслуживания нефтегазовых промыслов, транспортного судна типа Ро-Ро, транспортного морского грузового судна, эксплуатирующегося на незакрепленных линиях, транспортного морского судна последовательных рейсов, быстроходного пассажирского судна для речных и морских линий эксплуатации, научно-исследовательского судна для Азово-Черноморского бассейна (по инициативе Научного гидрофизического центра Национальной академии наук Украины), кораблей и катеров береговой охраны (научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов).

В настоящее время научный коллектив НИИ выполняет исследования по ГБ НИР на тему «Разработка методологии повышения эффективности и безопасности речной транспортной системы Украины» (№ гос. регистрации 0117U000347, научный руководитель д.т.н. В.А. Некрасов, ответственный исполнитель к.т.н. А..В. Бондаренко). В этой работе первоочередно рассматриваются текущие вопросы обеспечения работы речной транспортной системы Украины и ее безопасности. К числу таких вопросов относятся исследование проблем гидроаэродинамики и позиционирования открытых морских портов, которые в отсутствии мощного устьевого порта вынужденно размещаются в Черном море в окрестности банки Трутаева и других местах для перевалки грузов с речных на морские суда, определение допустимых режимов работы открытых портов в условиях ветро-волновых воздействий Черного моря, исследование ходкости и управляемости специальных баржебуксирных составов, по той же причине обеспечивающих транспортировку грузов на заданных участках речных и морских путей, выявление проблем местных и более развитых грузовых и пассажирских речных перевозок. Теоретические исследования сопровождаются экспериментальными исследованиями в опытовом бассейне НУК плавучих кранов, буксиров, барж, барже-буксирных составов, речных грузовых и пассажирских судов. На этой основе определяются способы решения перспективных проблем увеличения эффективности речной транспортной системы Украины, связанных с углублением русел рек, строительством мощного устьевого порта на выходе в Черное море, полном восстановлении Днепро-Бугского канала, возрождающим судоходство на всем речном пути из Черного в Балтийское море, решением вопросов ведомственной принадлежности различных участков речных путей, законодательным регулированием их содержания и тарифной нагрузки процессов эксплуатации речных судов, определением состава транспортных грузовых и пассажирских судов, способных закрепиться в транспортной системе и обеспечить ее дальнейшее развитие, исследовательским проектированием таких судов.

1. **Панченков А.Н., Драчев П.Т. Любимов В.И.** Экспертиза Экранопланов. – Н. Новгород: ООО «Типография «Поволжье». 2006. – 656с.

2. **Некрасов В.А.** Вероятностные задачи мореходности судов. – Л.: Судостроение, 1978. – 300с.

3. **Некрасов В.А.** К определению ледопроходимости ледоколов и судов ледового плавания. Матеріали IX міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» – Миколаїв: НУК, 2018. (В этом сборнике).

4. **Некрасов В.А.** Стохастическая теория проектирования судов // Перша міжнародна науково-технічна конференція присвячена 90-річчю національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова „Інновації в суднобудуванні та океанотехніці”. – Миколаїв: НУК, 2010. – С.11-13.

5. **Нєкрасов В.О.** Метод визначення головних розмірень та характеристик кораблів береговий охорони // Збірник наукових праць НУК ім. адм. Макарова. – Миколаїв: НУК, 2016. – №5.

5. **Нєкрасов В.О.** Метод оцінки вартості і термінів побудови кораблів і суден // Збірник наукових праць НУК ім. адм. Макарова. – Миколаїв: НУК, 2017. – №5.

УДК 005:621.1:338.28

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ РІЧКОВИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ

Харитонов Ю.М.
Україна, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

На теперішній час річковий транспорт багатьох країн світу є одним з найбільш ефективних видів перевезення вантажів за показниками собівартості та екологічними наслідками експлуатації транспортних засобів[1].

Розглянуті основні положення Стратегічного плану розвитку річкового транспорту на період до 2020 року [2].

Наводяться основні данні щодо структурно-параметричних характеристик річкових портів України, аналізуються основні показники їх роботи.

На підставі виконаного аналізу показано, що одним з факторів, який стримує подальший розвиток річкових перевезень слід вважати проблеми енергопостачання та енергоспоживання річкових портів.

Розглянуто стан систем енергоспоживання та енергопостачання річкових портів України(рис.1)

Таблиця 1. Основні характеристики Дніпровського річкового порту (фрагмент)

Спеціалізація	Причал	Довжина (м)	Глибина (м)	Площа відкритого складу ($м^2$)
Вантажний район Амур-Гавань				
Естакадна ділянка				
Естакадна-конвеєрна лінія по завантаженню зернових вантажів	1	120	4	
Кокс	2	120	4	3600
Кранова ділянка				
Вугілля, кокс, руда, навалювальні	3	170	4	4000
Прокат чорних металів, чавун, навалювальні	4	180	4	4800
Прокат чорних металів	5	180	4	4800
Контейнери 20'/40'	6	205	4	6340
Сипучі (пісок, щебінь, шлак)	7	140	3,5	4200
Сипучі (пісок, щебінь, шлак)	8	230	3,5	6900
Об'єднаний міський вантажний район				
Міська ділянка				
Прокат чорних металів	11	120	4	2000
Прокат чорних металів	10	120	4	3000
Тарно-штучні вантажі	11	120	4	3000 / 2592*
Ділянка Нові Кайдаки				
Прокат чорних металів	12	150	4	2000
Сипучі (пісок, щебінь)	13	150	3,5	5800



Рисунок 1– Стан основних елементів систем енергопостачання та енергоспоживання деяких річкових портів

Наводиться перелік, ієрархія та орієнтовна собівартість основних проектів, які забезпечать розвиток систем енергопостачання та енергоспоживання річкових портів: модернізація та реконструкція трансформаторних підстанцій, модернізація систем компенсування реактивної потужності, реконструкція причальних колонок, модернізація систем та приладів обліку, тощо.

Перелік посилань

1. Вантажні перевезення внутрішніми водними шляхами – Офіс ефективного регулювання – Київ, 2017– 96 С.
2. Стратегічний план розвитку річкового транспорту на період до 2020 року. Наказ Міністерства інфраструктури України 18 грудня 2015 № 543

УДК 621.833

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С N-ПАРНОЙ СИСТЕМОЙ ЗАЦЕПЛЕНИЯ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЗУБЬЕВ

А.П. Попов, проф., д – р. техн. наук, **М.Г. Мозговой**, ст. преподаватель, **О.И. Савенков**, ассистент, **Л.А. Попова**, науч. сотр.,
Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Повышение работоспособности, надёжности, срока службы уменьшение весогабаритных показателей и улучшение виброакустических характеристик главных турбозубчатых агрегатов (ГТЗА) в значительной степени определяются зубчатыми передачами (рис.1).

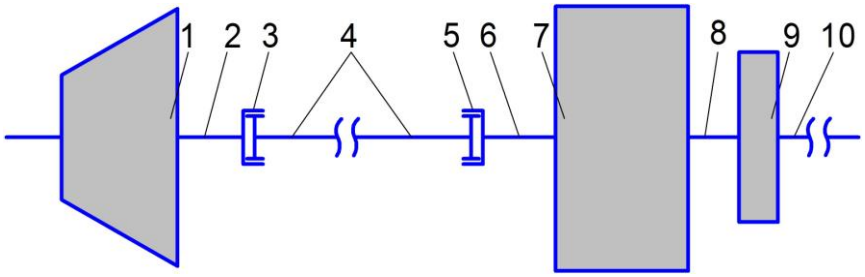


Рис.1. Принципиальная схема ГТЗА: 1 – ГТД; 2 – выходной вал ГТД; 3, 5 – зубчатые муфты; 4 – промежуточный вал; 6 – входной вал зубчатой передачи; 7 – зубчатая передача; 8 – выходной вал зубчатой передачи; 9 – звукоизолирующая муфта; 10 – вал винта

ГТЗА, как следует из рис.1, состоит из газотурбинного двигателя (ГТД) 1 и зубчатой передачи 7, выходные и входные валы которых 2 и 6 соединены друг с другом промежуточным валом 4 при помощи зубчатых муфт 3 и 5, компенсирующих расцентровки осей валов. Для снижения уровня шума выходной вал 8 зубчатой передачи соединен со звукоизолирующей муфтой (ЗИМ) 9, обороты которой совпадают с таковыми вала винта 10.

На фоне относительно небольших по размерам и по весу газотурбинных двигателей зубчатые передачи, как правило, выглядят очень громоздкими по габаритам, характеризуясь к тому же очень высокими и в большинстве случаев недопустимыми величинами уровней вибрации и шума, в связи с чем в ГТЗА для улучшения виброакустики встраиваются специальные ЗИМ 8 (рис.1), значительный вес и габариты которых существенно усложняют и утяжеляют конструкцию ГТЗА.

Кроме того, к сказанному следует добавить, что в настоящее время наиболее актуальной является проблема исследования ГТЗА с точки зрения существенного улучшения их виброакустических характеристик и снижения весогабаритных показателей.

В связи с вышеизложенным впервые в мировой практике проф. А.П. Поповым были разработаны зубчатые передачи с n-парной системой зацепления зубьев, которые изложены в [1-3] и в 10 патентах Украины на изобретения.

А теперь рассмотрим сущность указанных зубчатых передач, обратившись к рис.2.

Зубья второго зубчатого колеса, например, шестерни, предназначенные для зацепления с зубьями (рис.2), имеют аналогичный характер размещения. На рис.2 даны прямозубые колеса. Что касается косозубых колёс, то их размещение аналогично зубьям (рис.2.). Указанные зубья могут характеризоваться как линейным, так и точечным контактом, а также иметь нормальный либо «глубокий» профиль.

Для определения снижения уровня вибрации и шума в предлагаемых зубчатых передачах воспользуемся зависимостью [1, 2]. В соответствии с указанными источниками снижение уровня шума ΔL в децибелах (дБ) определяется по формуле

$$\Delta L = 20 \lg \frac{n_1 n_2}{2n (n_2 - n_1)}, \quad (1)$$

где n – число пар зубьев, участвующих в зацеплении; в соответствии с рис.2 имеем $n = 2$; $n = 3$; $n = 4$; $n = 5$; $n_1 = \varepsilon_\alpha \cdot n$ – коэффициент; ε_α – коэффициент торцевого перекрытия зубьев; $n_2 = n_1 + 1$ – коэффициент.

Исходя из $n_2 = n_1 + 1$ – преобразуем выражение (1) к окончательному виду

$$\Delta L = 20 \lg \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2n}. \quad (2)$$

Для косозубого зацепления выражение коэффициента n_1 применительно к нормальному и «глубокому» профилям зубьев имеет вид:

$$n_1 = n\varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta + (n-1)\frac{r_1\,\varphi_1\,\sin\beta}{\pi m_n}; \quad (3)$$

$$n_1 = n\varepsilon_{\alpha\Gamma} + \varepsilon_\beta + (n-1)\frac{r_1\,\varphi_1\,\sin\beta}{\pi m_n}. \quad (4)$$

где ε_β – коэффициент осевого перекрытия косых зубьев; m_n – модуль зацепления в нормальном сечении, β – угол наклона зубьев; φ_1 – углы поворота вторых венцов шестерни относительно первых, третьих венцов относительно вторых и т.д.; r_1 – радиус делительной окружности.

При расчётах коэффициента n_1 принимаются только целые числа. Гапример, получим n_1 = 4,63 и n_1 = 6,26. В процессе расчётов соответственно принимаем n_1 = 4 и n_1 = 6.

Для подтверждения эффективности рассматриваемых зубчатых передач выполним расчёт конкретной зубчатой передачи, у которой z_1 = 36; z_2 = 110; m_n = 6 мм; b_w = 215 мм; α_w = 20°; β = 0° и β = 14°; v = 0,3; F_n = 3,93·10^4 Н; E = 2,1·10^5 МПа.

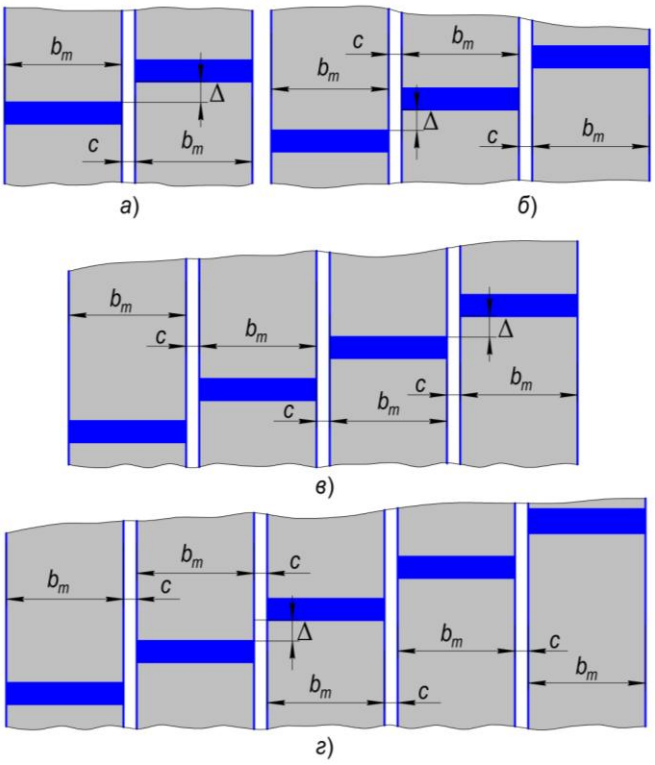


Рис.2. Фрагменты зубчатых передач с двумя (а), тремя (б), четырьмя (в) и пятью (г) зубьями

Данные расчётов зубчатой передачи по определению ΔL в децибелах приведены в таблице

Таблица 1. Данные по определению ΔL

Профиль зубьев, вид зацепления		Снижение уровня вибрации и шума	Количество венцов n			
			2	3	4	5
Нормальный	Прямозубое	ΔL, дБ	9,5	14,0	16,9	18,4
	Косозубое		20,4	21,6	22,8	24,1
«Глубокий»	Прямозубое		14,0	19,4	21,0	22,6
	Косозубое		22,9	23,5	25,8	27,9

Из табл.1 очевидно, что по мере увеличения числа венцов с n = 2 до n = 5 уровень снижения вибрации и шуса возрастает, причем максимальная величина снижения ΔL = 27,9 дБ. Указанная максимальная величина снижения ΔL, как и следовало ожидать, при косозубом зацеплении с «глубоким» профилем зубьев.

Указанные величины ΔL в наибольшей степени отвечают требованиям, предъявляемым не только к передачам редукторов специального назначения, но и к передачам редукторов широкого использования в различных отраслях машиностроения.

К сказанному следует добавить, что в Канаде применительно к судну береговой охраны была разработана конструкция двухступенчатого редуктора с трёхпарной системой зацепления прямых зубьев с

«глубоким» профилем [3], у которого $N = 132$ *кВт;* $N_{дв}$ = 2500 об/мин; $n_{винт}$ = 500 об/мин; u = 5; m = 4 мм; b_m = 24 мм; z_1 = 22; z_2 = 66 – I ступень редуктора; m = 4 мм; b_m = 50 мм; z_3 = 33; z_4 = 55 – II ступень редуктора.

В результате выполненных замеров уровней вибрации и шума определена величина ΔL = 19 дБ. При этом расчётная величина ΔL составила 18,15 дБ. Расхождения между замеренной и расчётной величинами ΔL, как следует из приведенных данных, составляет 4,47%. Затем зубчатые передачи редукторов с трёхпарной системой зацепления зубьев были поставлены на суда береговой охраны.

Таким образом, как следует из вышесказанного, разработанные зубчатые передачи с n - парным зацеплением зубьев характеризуются очень большим уровнем снижения вибрации и шума, и они не имеют аналогов в мировом машиностроении.

Список использованной литературы.

1. **Попов, А.П.** Контактная прочность зубчатых механизмов [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд – во НУК, 2008. – 580с.

2. **Попов, А.П.** Зубчатые механизмы с точечным контактом зубьев [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд – во Атолл, 2010. – 774с.

3. **Alexei Popov, George Nerubenko.** The Role of Novel 3D Point Contact Transmission in Ship Noise Pollution Reduction. Journal of Water Resources and Ocean Science. Vol. 4, No. 2, 2015, pp.11 – 19. doi: 10/11648/j.wros.s.20150402/12/.

УДК УДК 339.9:629.5

ТЕКТОНІЧНІ ЗРУШЕННЯ У СУДНОБУДУВАННІ ПЛАНЕТИ

Автори: Парсяк В.Н., Жукова О.Ю., Парсяк К.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Аналітичний огляд чисельних публікацій та досвіду діяльності суднобудівних фірм, розташованих у різних куточках світу, мали наслідком узагальнення тектонічних зрушень, які останніми десятиріччями відбуваються в одному із найстаріших та висококонкурентних видів морегосподарювання. Найважливішими з них є:

1. Інтеграція суднобудування в контексти четвертої промислової революції. Про це свідчать: а) застосування систем автоматичного управління суднами; б) розробка нових технологій проектування, будівництва та експлуатації суден. Зокрема: побудова широкого спектру їхніх типорозмірів завдяки сполученню стандартних фрагментів корпусу; передача корабельням електронної технічної документації, що відповідає міжнародним і корпоративним стандартам. Зазвичай, це – 3D-моделі корпусу судна, його систем і окремих будівельних секцій; роботизація виробничих процесів, як засобу підвищення їх економічної ефективності через зменшення собівартості робіт та обмеження участі людини до виконання виробничих операцій.

2. Тотальна екологізація технологій побудови та експлуатації суден. Вона випливає із зростаючого розуміння необхідності зниження шкідливих викидів в оточуюче середовище. Це не тривіальна моралізація. За підрахунками вчених, за останні кілька років забруднення повітря від міжнародного судноплавства викликало лише у Європі 50 тис. передчасних смертей. Такою виглядає жахлива ціна, яку сплачує людство за зростання обсягів морських перевезень. Відповідно до концепції «екологічної логістики», кожен, кого це стосується, має піклуватися про мінімізацію кількості відходів та забруднень у контрольованому кільці ланцюжка поставок. Від так корабельні мають створювати енергетично ефективні судна.

3. Зростання обсягів замовлення великотоннажних інженерних споруд. Головна причина – бажання заощадити на масштабі, оскільки чим більшою є кількість товарів, що транспортуються, тим менша вартість перевезення одиниці вантажу.

4. Переформатування міжнародної суднобудівної спеціалізації. У середині минулого сторіччя у суднобудівній галузі беззастережно домінували верфі Старого та Нового Світів. Але напередодні нового тисячоріччя вони стикнулося з проблемами: у Європі згорнули активність майже дві третини корабельнь, кількість персоналу скоротилася з 400 тис. до 85 тис. осіб. Відповіддю на виклики та загрози з боку конкурентів стали масштабні заходи з інноваційної диверсифікації і формування нових ринків (технічно складних суден та суден класу «Люкс», офшорних вітрових парків, екологічно чистих суден). У наслідок докладених зусиль, замовлень нині вистачає 300 верфям, які забезпечують роботою більш ніж 500 тис. працівників. Їхньою ретельною роботою створюється дохід, який сягає близько 30-40 млрд. євро у розрахунку на один рік.

Що ж до будівництва танкерів, балкерів, суден для генеральних вантажів, контейнеровозів, то цим переймаються головним чином Китай, Південна Корея, Японія. Разом, хоч і не домовляючись про це, вони перетворили Азіатсько-тихоокеанський регіон у новий центр світового суднобудування. Ознакою останнього часу стала поява суднобудівного бізнесу у країнах, що розвиваються. Більшість сфокусувала свої зусилля на невеликих і середніх об'єктах і вже спромоглася обслуговувати експортні ринки.

УДК 347.791:629.12

СТАН ВІТЧИЗНЯНОГО СУДНОБУДУВАННЯ ТА ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ РОЗВИТКУ

Хачатуров Е.Б. док. юр. наук, проектор з науково-педагогічної, адміністративної роботі та розвитку НУК ім. адм. Макарова

Суднобудування, включаючи суднове машино- та приладобудування й судноремонт України, як і морська індустрія у цілому є дуже важливою конкурентною перевагою нашої держави. Держави – економічні лідери приділяють особливу увагу розвиткові своїх конкурентних переваг. Суднобудування України, протягом відносно невеликого періоду часу, а саме: 2000 – 2004 р.р., вже працювало в системі спеціального регулювання правовідносин з державними та місцевими бюджетами [1]

Суднобудівна галузь України відповідає всім критеріям визначення пріоритетною в економіці держави, належний розвиток якої потребує невідкладної розробки правової регламентації, зокрема митного забезпечення в процесі будівництва, ремонту, модернізації суден, їх реалізації та надання послуг за межами митної території країни. Складні, не прозорі митні процедури у суднобудівній галузі створюють величезні труднощі вітчизняним виробникам-експортерам продукції та надання послуг, які суттєво залежні від імпортованої сировини. На жаль, до цього часу чітко не визначено нормативними документами більшість митних процедур щодо специфічного оформлення товарів суднобудівної галузі у частині визначення їх митної вартості в залежності від встановленого митного режиму, з метою митного оподаткування, сплати митних платежів, з врахуванням країни походження та визначеним митним статусом.

На теперішній час в Україні відсутня стратегія розвитку суднобудування, як галузі економіки і митного права, спеціалізовані програми, котрі дали б змогу впроваджувати у виробництво інновації та новітні технології, а також відсутня загальнодержавна морська політика і стратегія розвитку морської індустрії, сучасні засади їх адміністративно-правового забезпечення.

За такого, відновлення конкурентоздатності водних перевезень дозволить створити попит на флот, який може бути розміщений на ще поки діючих вітчизняних заводах. Україна зароблятиме десятки млрд. грн. щорічно тільки на морських транспортних перевезеннях [2].

Розвиток морегосподарського комплексу залежить від обсягів виробництва суднобудівної галузі, яка є головним постачальником водного транспорту. Вітчизняні верфі в більшості простоюють або працюють на зарубіжного замовника. Складнощі з фінансуванням будівництва суден, зменшення замовлень, падіння виробництва продукції, зумовили істотне зменшення завантаження потужностей і кількості працівників на суднобудівних підприємствах [3].

У зв'язку з відміною дії більшості статей Закону України «Про заходи щодо державної підтримки суднобудівної промисловості в Україні» галузь залишилась без підтримки з боку держави. Тому, завданням вітчизняної юридичної науки є розробка основ митного оформлення у суднобудуванні, з метою найбільш ефективних господарсько-правових засобів та механізмів стимулювання митних правовідносин суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності (ЗЕД) суднобудівної галузі, з метою їх сталого розвитку.

В Україні до цих пір відсутня, прийнята в багатьох країнах, практика фінансування будівництва суден з розстроченням платежів, у тому числі з використанням системи лізингу. Причиною цього є ризик, через який кредитування суднобудівної галузі ще не набуло значного поширення. Слід зазначити, що суднобудування традиційно є галуззю, яка орієнтована на експорт, оскільки деякі держави внаслідок недостатньо високого рівня економічного розвитку не в змозі створювати власне суднобудування при наявності національного судноплавства та оборонних інтересів [4].

Але, швидкий розвиток світової торгівлі, що спостерігається в останнє десятиріччя, зумовлює зростання обсягу транспортних перевезень, у тому числі і морських. Будування суден саме для потреб торговельного флоту на сьогодні набуває особливої актуальності [5]. Однак, судна морського торговельного флоту потребують модернізації та переоснащення, насамперед, покращення експлуатаційних характеристик. Необхідність масової модернізації суден торговельного флоту, що називається реновацією, утворює окремий ринок робіт у сфері суднобудівної та судноремонтної галузей. Ця деталізація визначить шляхи підвищення конкуренто-спроможності суднобудівної промисловості та може набути економічного значення і стати важливим чинником застосування законодавцем до підприємств галузі спеціальних режимів господарювання [6].

Не одноразово на засіданнях Асоціації суднобудівників України підкреслювалось, негативним чинником розвитку суднобудування нині є відсутність державного замовлення на будування нових суден, зокрема для ВМС ЗСУ. Невикористання вітчизняною системою державного регулювання економіки такого важливого господарсько-правового засобу, як державне замовлення, призводить до втрати низки потенційно можливих чинників розвитку галузі. [7].

На сьогодні для стимулювання галузі застосовується лише відкриття окремих рахунків та оперування з авансовими платежами замовників, які не підлягають безумовному списанню, використовуються тільки на будування суден і не обкладаються податком на прибуток до здавання судна замовнику. Такий стан державної підтримки галузі не можна назвати ефективним та перспективним. Сьогодні галузь потребує: по-перше, повернення пільг та гарантій, що існували; по-друге, поширення такого ж правового режиму на судноремонт; по-третє, впровадження нових митно-правових заходів, спрямованих не тільки на підтримку діяльності саме підприємств суднобудівної промисловості, а й на стимулювання діяльності їх контрагентів.

До таких заходів можна віднести механізм ліцензування судноремонтних послуг, впровадження програми лояльності і стимулювання лізингу та факторингу, створення технологічних парків або виробничих кластерів для стимулювання концентрації капіталу в галузі шляхом створення холдингових компаній тощо [8]. Крім того, важливим та ефективним чинником розвитку ЗЕД у суднобудівної галузі є створення і використання, зблизу виробництв, спеціальну митну зону, а саме вільну митну зону сервісного типу (ВМЗ СТ), на території якої діють більш ліберальні, ніж на решті території закони, надаючи підприємствам певні податкові, митні, фінансові або митно-правові преференції [4].

Враховуючи, що суднобудівна галузь являє собою багатовекторне виробництво, надає послуги, здійснює ЗЕД, їй необхідне митно-правове супроводження. На сьогодні через відсутність вітчизняного виробництва, суднобудівна галузь потребує введення з інших країн на митну територію України матеріалів, комплектуючих виробів, запасних частин, а потім реалізувати виготовлену продукцію – судна, через кордон. Тому виникають нові митні правовідносини суб'єктів ЗЕД у суднобудуванні, шляхом встановлення державою певного митного режиму, стягненням відповідних митних платежів, митним оформленням, митним контролем та іншими заходами реалізації митної політики. Митна політика відіграє величезне значення для державного регулювання суднобудівної галузі в частині забезпечення виготовлення конкурентоспроможної продукції у ціновому формуванні (при формуванні вартості виготовленої продукції) [9]. За для цього, 23.05.2018р. Президент підписав ЗУ «Про внесення змін до Митного кодексу щодо збереження та розвитку вітчизняної суднобудівної промисловості» під час виступу в м. Миколаїві.

Істотним недоліком сучасного господарсько-правового регулювання галузі є також відсутність правового механізму обов'язкового моніторингу стану підприємств і вивчення потреб сучасного морського та річкового флоту в будуванні нових суден та ремонті тих, що використовуються. Такий моніторинг, має стати передумовою стимулювання галузі та дозволить, враховуючи економічні особливості розвитку суднобудування, розробити основи економічної, зокрема галузевої, політики суднобудування [10].

Майбутнє українського суднобудування, його здатність забезпечити прийнятні та стабільні темпи зростання, значною мірою залежать від ефективності функціонування митно-тарифної системи, досконалості її механізму, який необхідно формувати, ґрунтуючись на викладених положеннях. При цьому, досвід багатьох країн доводить, що однією з умов зростання національної економіки є підвищення рівня міжнародної конкурентоспроможності і рівня розвитку найбільш потужних, пріоритетних галузей.

Висновки. На підставі наведеного, можливо зробити наступні пропозиції:

- відновити конкурентоздатність водних перевезень в Україні для збереження екології та створення попиту на флот;
- поширити спеціальні митні режими та преференції у фіскальній політиці держави на підприємства суднобудування і судноремонту, впровадити програму лояльності;
- створити та використовувати ВМЗ СТ на суднобудівному заводі;
- сучасне кораблебудування дозволить створити потужні ВМС України здатні відбити будь-які загрози держави з морських просторів;
- прийняти та затвердити оновлену Морську доктрину України з включенням до неї розвиток суднобудування, на рівні закону;
- створити при КМУ, а саме Укроборонпромі: «Департамент суднобудування та судноремонту».

Список літератури:

1. Суднобудування України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ankor-odessa. com.ua/ articles/ shipbuil ding_ua/
2. Суднобудівна галузь України. Її конкурентоспроможність [Електронний ресурс]. - Режим доступу: www. refine. org. ua/ pageid3 9984.html
3. Рынок судостроения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: shipbuilding.blox.ua /2010/01/Rynoksu dostroeni ya1.html

4. **Хачатуров Е. Б.** Стан і тенденції розвитку суднобудування: митне супроводження / Е. Б. Хачатуров // Електронне фахове видання Ужгородського національного університету «Порівняльне право», 2014. - № 4. – С. 142-145.
5. Світова організація торгівлі як організаційно-інституціональне підґрунтя розвитку митно-тарифної системи [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.br.com.ua/referats/Economical_topics/80470-8.html
6. Сучасний стан та перспективи розвитку суднобудування [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ua-referat.com/%D0% A1% D1%83%
7. Асоціація суднобудівників України "Укрсудпром": «Про актуальні питання розвитку суднобудівної промисловості України» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: who-is-who. com.ua /bookmaket/.../9.html
8. **Путилов А. Г.** Судостроение Украины: приказано выживать [Електронний ресурс] / А. Г. Путилов. – Режим доступу http://www.ugmk. info/print.php.
9. Ринки суднобудування та розвиток ЗЕД [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/28.html
10. Розвиток системи менеджменту якості на суднобудівному підприємстві [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.experts. in. ua/baza/analitic/index.php?ELEMENT_ID=23447

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ДІЯЛЬНІСТЬ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ АВТОМАТИКИ І ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Павлов Геннадій Вікторович, д.т.н., проф.;
Черно Олександр Олександрович, к.т.н., доц.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

В Навчально-науковому Інституті автоматики і електротехніки працюють 10 докторів та 45 кандидатів наук, які активно займаються науково-дослідною діяльністю різних напрямів у складі 8 наукових шкіл (табл. 1).

Таблиця 1 Наукові школи Навчально-наукового інституту автоматики і електротехніки

№	Назва	Керівник	Напрями досліджень
1	Енергоефективні перетворювачі електроенергії	Д.т.н., проф., директор ННІАЕ Павлов Г.В.	Дослідження та проектування енергоефективних перетворювачів електроенергії на основі резонансних інверторів; резонансні перетворювачі постійної та змінної напруги як елементи суднових систем автоматики та складові бортових мереж електроживлення автономних рухомих об’єктів.
2	Підводна робототехніка	Д.т.н., проф., проректор НУК з НР, Блінцов В.С.	Розробка алгоритмів групового керування підводними апаратами з засобами радіозв‘язку; розвиток методів оцінки якості попередження загроз для проникнення до захищеної акваторії надводними та підводними шляхами; удосконалення існуючих систем керування буксируваних та самохідних підводних апаратів; роботизовані технології захисту акваторій.
3	Інтелектуальні системи управління та прийняття рішень	Д.т.н., проф. каф. КСУ Кондратенко Ю.П.	Автоматизація процесів керування складними технічними об’єктами промисловості; інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень та управління; нечітка логіка; робототехнічні системи та комплекси; елементи та пристрої комп’ютеризованих систем управління та контролю; інтернет речей.

4	Управління в енергетиці та електроніці	Д.т.н., проф., зав. каф. ТЕЕС Рябенький В.М.	Побудова інтелектуальних систем керування автономними та судновими електроенергетичними системами; структурно-параметрична оптимізація мікропроцесорних засобів автоматизації електроенергетичних систем та створення найновітніших електронних та радіотехнічних систем; вдосконалення засобів підвищення якості електроенергії в суднових та автономних електроенергетичних системах; сучасні методи обробки інформації, принципи побудови високопродуктивних систем та мереж, перспективні інформаційні технології обробки інформації, діагностики та керування у складних технічних системах; застосування інформаційних технологій в електроенергетиці.
5	Фізика імпульсних розрядів у конденсованих середовищах	Чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф., зав. каф. ІПТ Вовченко О.І.	Перспективні джерела і засоби генерації високих густин енергії, діагностика впливу інтенсивних потоків енергії на речовини.
6	Імпульсні процеси в механіці суцільних середовищ	Чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф., зав. каф. ІПТ Вовченко О.І.	Фізико-механічні властивості та структура середовища, що знаходиться під дією імпульсного впливу; фізичні та математичні моделі суцільних та бдагатофазних середовищ; нестаціонарні хвильові процеси в суцільних і багатофазних середовищах; використання імпульсних технологій.
7	Вібротехніка та віброзахист у технічних системах	К.т.н., проф., професор кафедри автоматики Гуров А.П.	Синтез енергоефективних електромагнітних вібраційних приводів з мікропроцесорним керуванням для сучасного вібротехнологічного обладнання; розробка систем віброзахисту на основі керованих динамічних віброгасників.
8	Енергозбереження в електроприводі	Д.т.н., проф., проф. каф. ЕІС та РК Локарєв В.І.	Підвищення енергетичної ефективності електроприводів, удосконалення систем енергозберігаючого керування і методів проектування; тиристорні приводи частотного регулювання споживання електроенергії; підвищення надійності та ефективності енергопостачання; використання альтернативних джерел енергії.

Директор ННІАЕ д.т.н., проф. Павлов Г.В. і проректор НУК з НР д.т.н., проф. Блінцов В.С. очолюють 2 науково-дослідних інститути (НДІ), до складу яких входить 31 науково-дослідна лабораторія з сучасним обладнанням, де проводяться основні теоретичні та експериментальні дослідження.

Фундаментальні та прикладні дослідження, що ведуться в НДІ сучасних проблем автоматики і електротехніки (директор − д.т.н., проф. Г.В. Павлов), відповідають сучасним стратегічним напрямам науково-технічного прогресу у перспективних галузях промисловості України. Провідні науковці ННІАЕ активно розвивають такі наукові напрями як: енергоефективні перетворювачі електроенергії (д.т.н., проф. Г.В. Павлов); управління в енергетиці та електроніці (д.т.н., проф. В.М. Рябенький); автоматизація процесів керування в суднових електроенергетичних системах (к.т.н., доц. О.О. Ушкаренко); вібротехніка та віброзахист у технічних системах (к.т.н., проф. А.П. Гуров); енергоефективні керовані електроприводи вібраційного обладнання (к.т.н., доц. Черно О.О.) адаптивні системи управління в робототехніці, прийняття управляючих рішень в екстремальних ситуаціях (д.т.н., проф. Ю.П. Кондратенко); ресурсо- та енергозбереження в електроустановках (д.т.н., проф. В.І. Локарєв); Енергоефективність автономних та промислових електроенергетичних систем (к.т.н., доц. Жук Д.О.); Інформаційна безпека (д.т.н., доц. Блінцов О.В.); Хвильові електростанції (к.т.н., доц. Білюк І.С.).

В НДІ підводної техніки (директор − д.т.н., проф. В.С. Блінцов) ведуться теоретичні дослідження та інженерні розробки по застосуванню підводних роботів у наступних напрямках: глибоководна археологія

(замовник – НАН України); пошук і обстеження підводних потенційно небезпечних об'єктів (замовник – ДСНС України); оборонна тематика (замовник – Міноборони України).

Наукові школи член-кореспондента НАН України д-ра техн. наук, професора Вовченка О.М. працюють у складі Інституту імпульсних процесів і технологій. За тематикою досліджень заключено контракти з науковими інститутами та промисловими підприємствами Китаю, США, Франції, Південної Кореї та інших країн світу.

Науково-дослідні роботи (НДР) проводяться як за рахунок державного бюджету, так і за господарчими договорами з українськими підприємствами, такими як Дослідно-проектний центр кораблебудування, Миколаївський навчально-курсовий комбінат, ТОВ "Технопарк Спаський", ТОВ "Південний науково-технічний центр", ДП "Київський науково-дослідний інститут гідроприладів". Останніми роками встановлено тісні зв'язки співпраці з представниками науки і промисловості інших країн. Зокрема з Китаєм було укладено 5 контрактів на виконання науково-дослідних проектів (табл. 2).

Таблиця 2 Науково-дослідні проекти за контрактами з Китаєм

№	Назва	Керівник
1	"Розробка швидкої бездротової зарядної технології для акумуляторів, що використовуються в чистих енергетичних транспортних засобах"	Д.т.н., проф. Павлов Г.В.
2	"Дослідження технології та алгоритму керування чотирьохвальної гибочної машини"	Д.т.н., проф. Павлов Г.В.
3	"Визначення математичної залежності координати положення валів вирівнюючих та згинальних машин на основі статистичних показників"	Д.т.н., проф. Павлов Г.В.
4	"Розробка і дослідження базової навчальної технології проектування телекерованого підводного апарату"	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.
5	"Разработка компьютеризированного мониторинга и система управления позиционированием мобильного робота на больших ферромагнитных поверхностях, основанной на интеллектуальных методах"	К.т.н. Козлов О.В.

За останні 5 років виконано 8 НДР за рахунок державного бюджету (табл. 3).

Таблиця 3 Науково-дослідні роботи, що проводились за рахунок державного бюджету

№	Назва	Керівник
1	"Розробка енергоефективних суднових автоматизованих систем генерації та перетворення електроенергії для підвищення якості електроенергії та поліпшення електромагнітної сумісності" (2015 − 2016 рр.)	Д.т.н., проф. Павлов Г.В.
2	"Розробка енергоефективних суднових систем автоматизації процесів генерування й перетворення електроенергії та їх моделей для покращення якості електроенергії та електромагнітної сумісності" (2017 − 2018 рр.)	Д.т.н., проф. Павлов Г.В.
3	"Підвищення якості електроенергії в автономних електростанціях з газовими двигунами" (2015 − 2016 рр.)	Д.т.н., проф. Павлов Г.В.
4	"Розробка суднових систем генерації та перетворення електроенергії для підвищення енергоефективності та поліпшення електромагнітної сумісності" (2013 − 2014 рр.)	Д.т.н., проф. Павлов Г.В., д.т.н., проф. Рябенький В.М.
5	"Розробка теоретичних основ групового керування автономними підводними апаратами" (2013 − 2014 рр.)	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.
6	"Розробка теоретичних основ та програмно-технічних засобів керування багатоцільовим морським безекіпажним комплексом" (2015 − 2016 рр.)	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.
7	"ДСК "Апарат" (2016 − 2017 рр.)	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.
8	"Розробка комп'ютеризованої системи моніторингу та автоматизованого керування мобільним роботом багатоцільового призначення на основі інтелектуальних технологій" (з 2017 р.).	К.т.н. Козлов О.В.

Три науково-дослідні роботи було виконано за господарчими договорами з Українськими підприємствами (табл. 4).

Таблиця 4 Науково-дослідні роботи, що проводились за господарчими договорами з українськими підприємствами

№	Назва	Керівник
1	"Розробка, супровід, виготовлення та випробування зразка вантажного саморухомого телекерованого підводного носія у комплекті з технічною документацією" (2015 − 2018 рр.)	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.
2	"Розробка і поставка дослідного зразка безекіпажного підводного апарата для потреб ВМС Збройних сил України" (2016 р.)	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.
3	"Створення дистанційно керованого підводного апарату для надводного корабля», шифр «КНПА-58250»" (2009 − 2018 рр.)	Д.т.н., проф. Блінцов В.С.

За результатами наукової діяльності за 5 років працівники ННІАЕ опублікували 314 наукових статей, тези 636 доповідей конференцій, видали 16 монографій, отримали 117 патентів, захистили 1 докторську і 14 кандидатських дисертацій. Близько 100 статей опубліковано у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science.

Наведені показники свідчать про високий рівень та неперервний розвиток науки в Навчально-науковому інституті автоматики і електротехніки.

УДК 005.8

ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ НУК В СУЧАСНИХ РИНКОВИХ УМОВАХ

Слободян С.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

В системі забезпечення конкурентоспроможності закладу вищої освіти (ЗВО) виділяють *зовнішні* та *внутрішні* фактори. Під зовнішніми факторами розуміється все те, що задає формальні правила діяльності ЗВО на конкретному регіональному, національному та світовому ринках освітніх послуг. Зовнішні фактори не піддаються впливу з боку ЗВО, але їх необхідно враховувати при оцінці його конкурентоспроможності та виборі конкурентної стратегії. Внутрішні фактори – це можливості ЗВО по забезпеченню власної конкурентоспроможності. Задача закладу полягає в тому, щоб на основі аналізу факторів зовнішнього середовища сформувати таку організаційну структуру та систему управління, які забезпечать конкурентні переваги у вигляді конкурентоспроможних освітніх та наукових послуг.

Ефективним інструментом забезпечення конкурентоспроможності бізнес-структур є *проектно-орієнтоване управління*, яке являє собою управлінський підхід, при якому розглядаються окремі проекти, до яких застосовуються методи та моделі проектного менеджменту. Заклад вищої освіти, наприклад НУК, можна представити як проектно-орієнтовану організацію, що реалізує освітянські та наукові послуги у вигляді множини окремих проектів. При цьому проекти починаються, виконуються та завершуються паралельно, створюючи конфліктну ситуацію по використанню існуючих ресурсів.

За весь період свого існування НУК займав і займає лідируючі позиції в наукових розробках та підготовці інженерних кадрів для важливого елемента системи водного транспорту – проектування, побудова та ремонт транспортних суден.

Останні 10-15 років в університеті ведуться активні пошуки шляхів диверсифікації наукових та освітянських послуг. Серед них:

1. Ліцензування спеціальності 271 «Річковий та морський транспорт» за спеціалізаціями «Експлуатація СЕУ» та «Експлуатація суднових АС».
2. Ліцензування та акредитація спеціальності «Системотехніка об’єктів морської інфраструктури».
3. Ліцензування спеціальності «Лістика».
4. Запровадження освітньо-професійної програми «Логістика в морегосподарському комплексі» на заочній формі навчання (для фахівців морської галузі).
5. Організація факультету морської інфраструктури та факультету економіки моря.

За останні роки викладачами, аспірантами та студентами НУК в різних підрозділах виконувались дослідження з проблем удосконалення механізмів управління в морському транспортному комплексі за результатами яких опубліковано 5 монографій, біля 50 тез доповідей на конференціях, 17 наукових статей, підготовлено та захищено 4 кандидатські дисертації.

На сьогоднішній день в НУК ліцензовано 57 спеціальностей (30 бакалаврських, 20 магістерських та 1 молодшого спеціаліста). Сформовано та розвивається портфель наукових замовлень. Ведеться підготовка до ліцензування та акредитації нових спеціальностей.

В цих умовах вважається доцільним представити структуру університету у вигляді матриці, в якій строками є проекти трьох видів – освітні проекти, наукові проекти, проекти інноваційного розвитку, а стовпцями – підрозділи університету, які забезпечують виконання певних функцій. В такій організаційній структурі колегіальний керівний орган управління (ректорат) реалізує розробку стратегічних планів та здійснює контроль їх виконання. Таким чином, матрична організаційна структура – забезпечує ефективну децентралізацію управління НУК в сучасних умовах конкуренції на ринку надання освітніх послуг.

УДК 536-12. 536.2. 621.48

ТЕРМОАКУСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ УТИЛІЗАЦІЇ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Коробко В.В.,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Україна,
volodymyr.korobko@nuos.edu.ua

Сталий розвиток сучасного суспільства можливий за рахунок споживання великих обсягів енергії. Основним джерелом енергії є видобувні види палива, запаси яких обмежені. В зв'язку з цим, питання раціонального використання енергетичних ресурсів зберігає свою актуальність на протязі багатьох років.

Характерною тенденцією сьогодення є широке впровадження енергоефективних технологій. Так, в енергетиці, на транспорті застосовуються новітні теплові двигуни (ТД), в промисловості запроваджуються енергозаощаджуючі виробництва, значного розвитку отримали технології використання скидних теплових ресурсів.

Цілком зрозуміло, що перше за все, увага приділялася системам, орієнтованим на використання високотемпературних (ВТ) теплових ресурсів. Для цих викидів були розроблені ефективні технології регенерації або утилізації теплоті, реалізовані когенераційні або тригенераційні схеми, то що.

Вдосконалення ТД та широке впровадження енергозаощаджуючіх технологій в виробництві призвели до суттєвого зростання долі низькотемпературних теплових (НТ) викидів, що значно ускладнює застосування відомих схем (рис.1). За таких умов, склалась ситуація, коли традиційні схеми утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) стають малоефективними або економічно недоцільними.

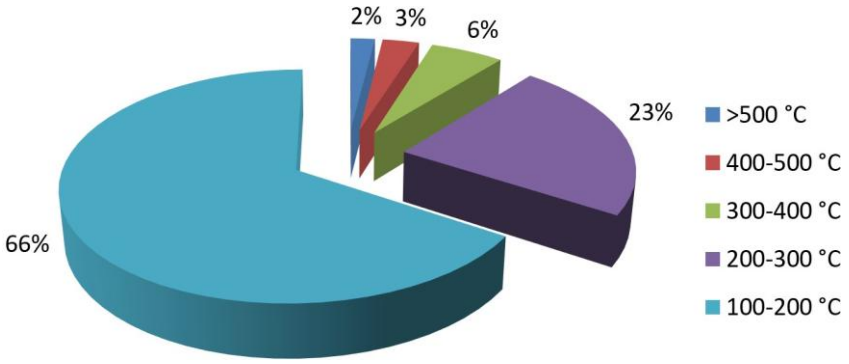


Рис. 1 Склад скидних теплових ресурсів в залежності від температури [1].

Характерним прикладом може бути суднова енергетика, де прослідковується тенденція до зменшення використання на суднах систем глибокої утилізації теплоти, що пов'язано з їх складністю, низькою надійністю та коштовним обслуговуванням. Зрозуміло, що, за таких обставин, зберігається попит на розробку нових інноваційних технологій енергозбереження [1,2].

Одним із перспективних шляхів утилізації скидних НТ теплових енергоресурсів можна вважати використання термоакустичних теплових машин (ТАТМ) – термоакустичних двигунів (ТАД) або термоакустичних рефрижераторів. Ці апарати суттєво відрізняються від механічних систем простою конструкцією, відсутністю рухомих частин та шкідливих робочих речовин.

ТАТМ здатні працювати від будь яких зовнішніх джерел енергії, їм притаманні висока надійність, відносна мала вартість [3].

Широке впровадження в судновій енергетиці LNG палив ставить питання створення технологій утилізації кріогенного потенціалу. ТАТМ придатні для роботи з такими теплоносіями як скраплені гази, тому ці апарати доцільно використовувати в складі систем регазифікації LNG та LPG палив на суднах або берегових терміналах. Також, перспективним є використання ТАТМ в системах відновлювальної енергетики, зокрема в складі солярних установок.

Розповсюдженню ТАТМ заважають їх низька питома потужність, складність безпосереднього отримання механічної роботи. Суттєвою проблемою є відсутність узагальнюючих положень, що до проектування, впровадження та експлуатації таких систем.

В результаті проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень вдалось отримати нові знання відносно особливостей процесів енергообміну між структурними елементами термоакустичних апаратів та зовнішніми джерелами енергії:

– встановлена суттєва залежність зовнішніх характеристик ТАТМ від конструктивних особливостей теплообмінників та схем руху теплоносіїв;
– показано, що застосування рекуперативних теплообмінників з проміжним теплоносієм в ТАТМ має слідством появу неоднорідності температурного поля по перетину матриці, що веде до втрати потужності та ефективності ТАТМ;
– доведено, що недостатній рівень теплообміну між матрицею, рекуперативними теплообмінниками та теплоносіями обмежує можливу продуктивність ТАТМ;
– показано, що інтенсивність розігріву до матриці ТАД є важливим чинником, який впливає на пускові якості ТАД.

Узагальнення отриманих результатів дозволило формалізувати базові принципи проектування як НТ ТАТМ, так і енергозаощаджуючіх термоакустичних систем енергетичних установок [4-6].

Розроблена узагальнююча математична модель процесів енергоперетворення для комплексу – «ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ – ТАД – ДОВКІЛЛЯ – НАВАНТАЖЕННЯ». Модель дозволяє визначити найбільш раціональні конструктивні та схемні рішення для використання ТАТМ в складі систем енергозбереження різних типів енергетичних установок. На рис.2 показана принципова схема термоакустичної установки призначеної для використання НТ теплових ресурсів.

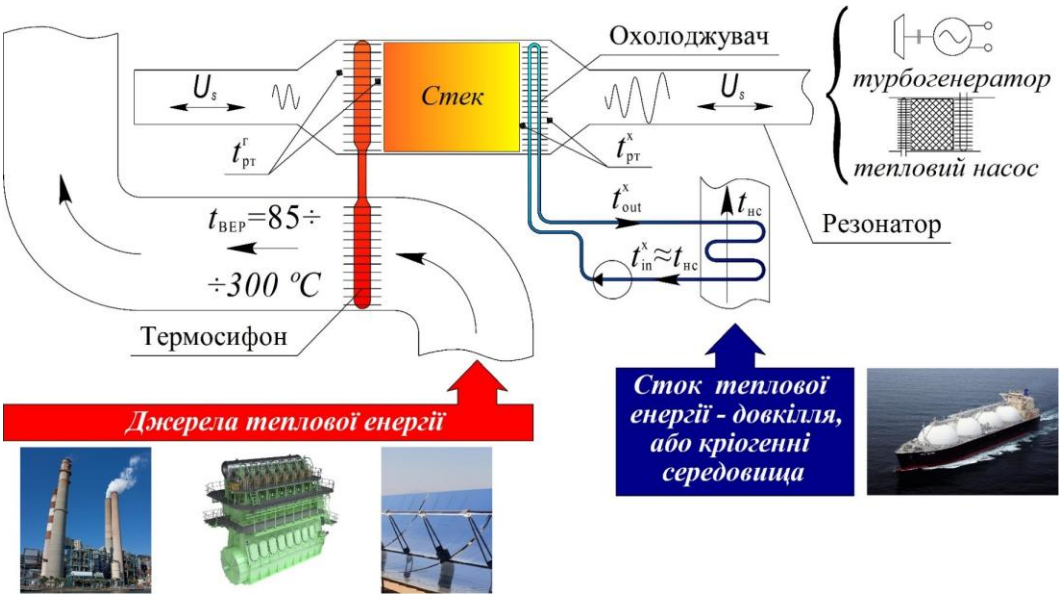


Рис. 2. Принципова схема використання ТАТМ в складі енергетичних установок.

В залежності від наявних потреб конкретного споживача, навантаженням для ТАТМ може служити тепловий насос – ТАР, або генератор електричної енергії з приводом від імпульсної двонаправленної турбіни (ІДТ) [6].

В розробленій системі передбачено використання низки технічних рішень, що забезпечують ефективну роботу НТ ТАТМ, а саме:

- зовнішні системи з проміжними теплоносіями та гравітаційними термосифонами, які за рахунок раціональної організації енергообміну розширюють область використання термоакустичних установок та підвищують їх ефективність;
- спеціальні реберні поверхні теплообміну забезпечують інтенсивний теплообмін в умовах коливного руху робочого середовища, що сприяє збільшенню потужності ТАТМ;

- запровадження низки конструктивних заходів та системи примусового запуску дозволяють зменшити нижчий рівень робочої температури ТАД;
- використання ІДТ, в якості навантаження для ТАД, дає змогу ефективно перетворювати акустичні коливання в механічну роботу або електричну енергію;
- комп'ютерна система керування робочими процесами ТАТМ забезпечує підтримку максимальної потужності установки в залежності від температури наявних теплових ресурсів та параметрів довкілля [7].

З метою сприяння впровадженню термоакустичних технологій в судновій енергетиці, промисловості та енергозбереженні були розроблені відповідні рішення:

- суднова багатоконтурна енергозберігаюча система, яка призначена для утилізації різних за температурою теплових викидів СЕУ;
- суднова «кріогенна» енергогенеруюча термоакустична система регазифікації LNG палив;
- енергетична установка для солярних систем відновлювальної енергетики з використанням термоакустичних турбогенераторів з ІДТ;

Висновки.

Розроблені НТ термоакустичні системи можуть бути застосовані для утилізації теплових викидів різних типів енергетичних установок. Вони придатні для роботи з різними теплоносіями в широкому діапазоні температур.

Проведені розрахунки показали, що ці системи дозволяють забезпечити підвищення ефективність сучасних СЕУ на рівні 4 – 6%.

Застосування турбогенераторів з ІДТ в якості навантаження ТАД дає змогу створити енергогенеруючі агрегати с потужністю 10^2 – 10^3 кВт, що сприяє впровадженню ТАТМ в системах енергозбереження промисловості, транспорта, відновлювальній енергетиці.

Література

1. Some Efficient Solutions to Recover Low and Medium Waste Heat: Competitiveness of the Thermoacoustic echnology: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214008613, 2017.01.29
2. **Dig Vijay Singh, Eilif Pedersen**., A review of waste heat recovery technologies for maritime applications. [Text] /Dig Vijay Singh, Eilif Pedersen., //Energy Conversion and Management 111 (2016) 315–328. http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman
3. **Swift G.W.** Thermoacoustic: A unifying perspective for some engines and refrigerators / G.W. Swift // American Institute of Physics. – 2002. – 300 p.
4. **Коробко В.В.** Аналіз впливу конструкції теплообмінників на характеристики низькотемпературних термоакустичних установок // Авиационно - космическая техника и технология. – №8 (135), 2016. – С. 5-10. ISSN. 1727-7337
5. **В. Коробко, А. Московко, Д. Тимошенко.** Числове моделювання суднової термоакустичної системи регазифікації LNG палив // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. №3 (11), 2015 р. – Херсон, ХДМА. - 2015. – С. 69-76
6. **Коробко В.В., Московко О.О., Мостипаненко Г.Б., Сербін С.І.,** Дослідження роботи імпульсної двонаправленої турбіни в резонаторі термоакустичного двигуна // Авиационно - космическая техника и технология. – №8 (143), 2017. – С. 19-25.
7. **Kondratenko Y., Korobko V., Korobko O., Kondratenko G., Kozlov O.,** Green-IT Approach to Design and Optimization of Thermoacoustic Waste Heat Utilization Plant Based on Soft Computing// Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation. Studies in Systems, Decision and Control, vol 105. Springer, Cham, 287-311 (2017), DOI: 10.1007/978-3-319-55595-9_14

УДК 629.5.035.5

ГИДРОДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТОВ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА СУДОВ И ОБЪЕКТОВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

Король Ю.М., Корнелюк О.М.,
Національний Університет Кораблебудування,
university@nuos.edu.ua

В условиях топливно-энергетического кризиса весьма актуальной становится задача снижения энергозатрат на функционирование движительно-рулевого комплекса (ДРК) судов и объектов океанотехники. ДРК представляет собой динамическую систему все элементы которой находятся в механическом, а корпус,

движитель и руль еще и в гидродинамическом взаимодействии. Гидродинамические характеристики этих элементов зависят от их формы, взаимного расположения и режима движения.

Для определения гидродинамических сил и моментов, действующих на движущиеся в жидкости тела, необходимо проинтегрировать нормальные и касательные напряжения по их смоченной поверхности. Эти напряжения можно определить из системы уравнений движения жидкости в форме Рейнольдса (RANS), которые замыкаются уравнениями выбранной модели турбулентности (чаще всего это $k-\varepsilon$ модель) и сплошности. Кроме того, полученную таким образом систему дифференциальных уравнений в частных производных необходимо дополнить начальными и граничными условиями. Следует заметить, что размеры и форма обтекаемых тел в указанной системе присутствует только в граничных условиях. В принципе решение таких уравнений осуществляется методами вычислительной гидродинамики при помощи специальных CFD программ. Таким образом представляется вполне осуществимым решение задач гидродинамического анализа для различных вариантов формы, взаимного расположения и режимов движения элементов ДРК. В качестве примера рассмотрим задачу определения влияния параметров формы легкого корпуса подводного аппарата на величину его буксировочного сопротивления. Форма корпуса ПА в носовой оконечности описывается уравнением (1)

$$\frac{(x-\varepsilon)^2}{(a+\varepsilon)^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1, \tag{1}$$

а кормовой, соответственно, уравнением (2)

$$\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=\frac{(\sqrt{R^2-(x-\varepsilon)^2}-R+b)^2}{b^2}, \tag{2}$$

где $R=\dfrac{(a-\varepsilon)^2+b^2}{2b}$, a – полудлина; b – полуширина; c – полувысота, а эксцентриситет ε определяет место наибольшего сечения и место соединения носовой и кормовой частей, как показано на рис.1.

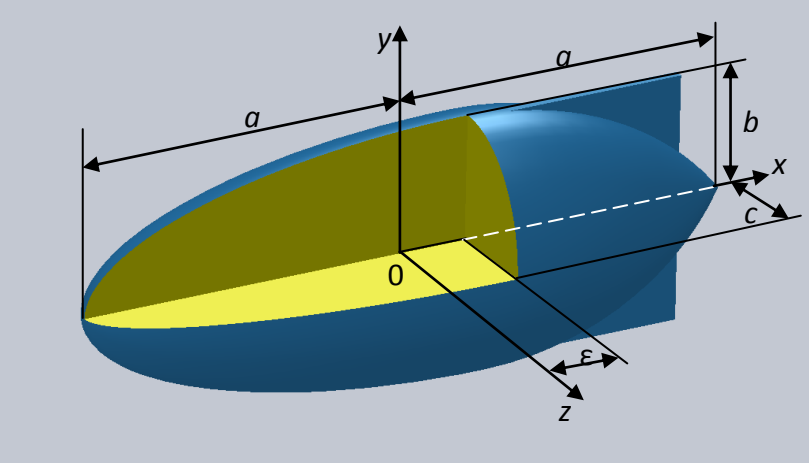


Рисунок 1 – Параметры легкого корпуса подводного аппарата (ПА)

На рис. 2 представлено 16 вариантов сочетаний параметров формы, которые были подвергнуты гидродинамическому анализу в CFD комплексе FLOWVISION, для определения зависимости коэффициентов сопротивления легкого корпуса ПА $C_x(\mathrm{Re},a/b,\varepsilon)$, от проектных параметров. Для $a/b=2{,}85$ результат такого анализа представлен на рис. 3.

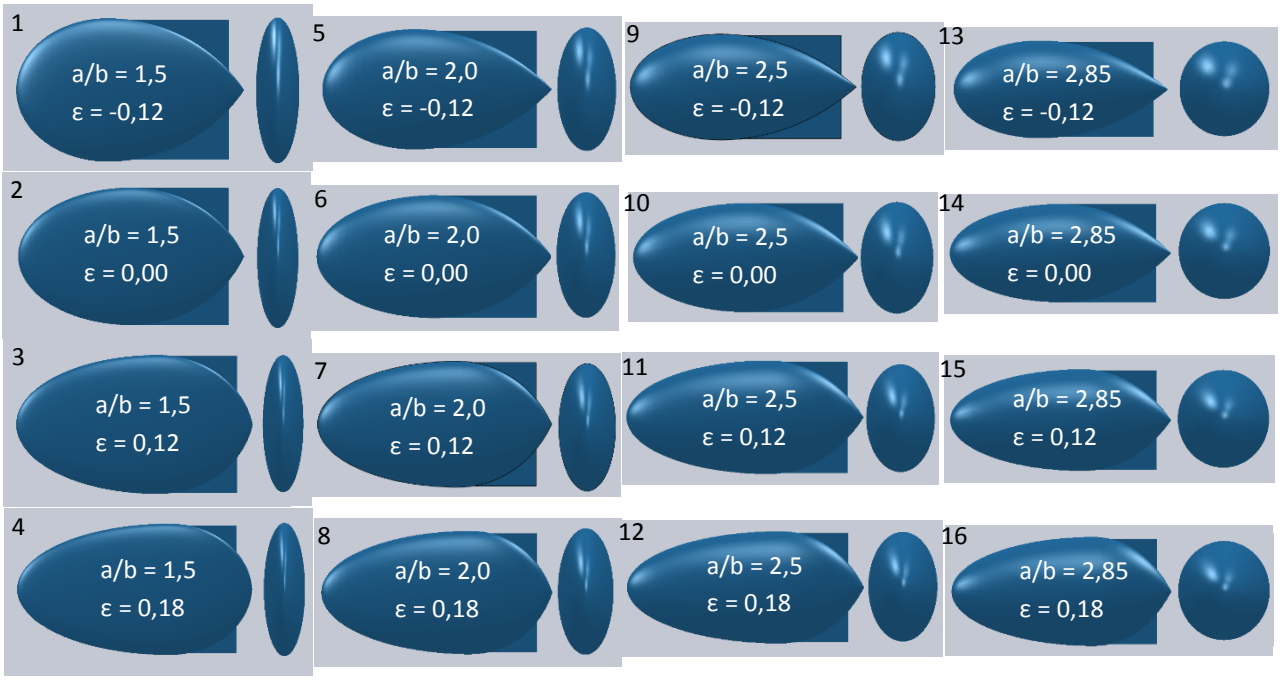


Рисунок 2 – Варианты формы корпуса ПА

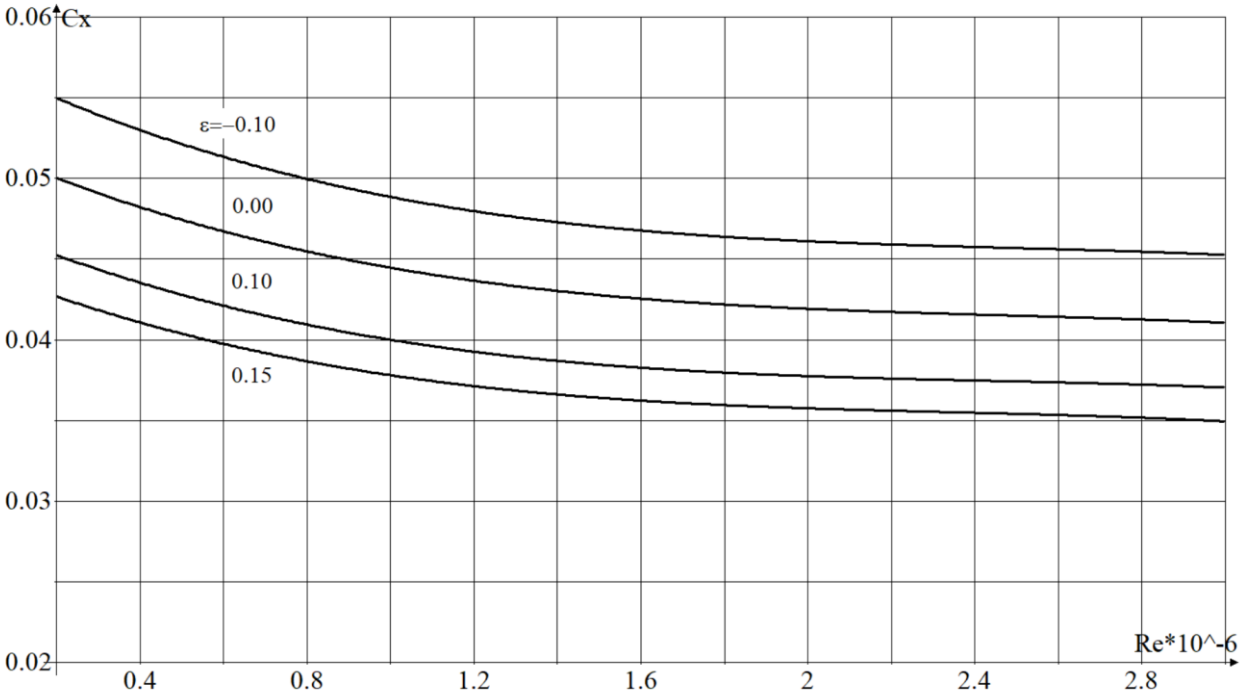


Рисунок 3 – Зависимость $C_x(\mathrm{Re}, a/b, \varepsilon)$ при $a/b = 2,85$

Полученные в результате решения задач анализа зависимости $C_x(\mathrm{Re}, a/b, \varepsilon)$ могут быть использованы для построения математической модели целевой функции задач синтеза.

Другим примером гидродинамического анализа методами CFD может быть численное моделирование работы всех элементов ДРК, как это показано на рис. 4.

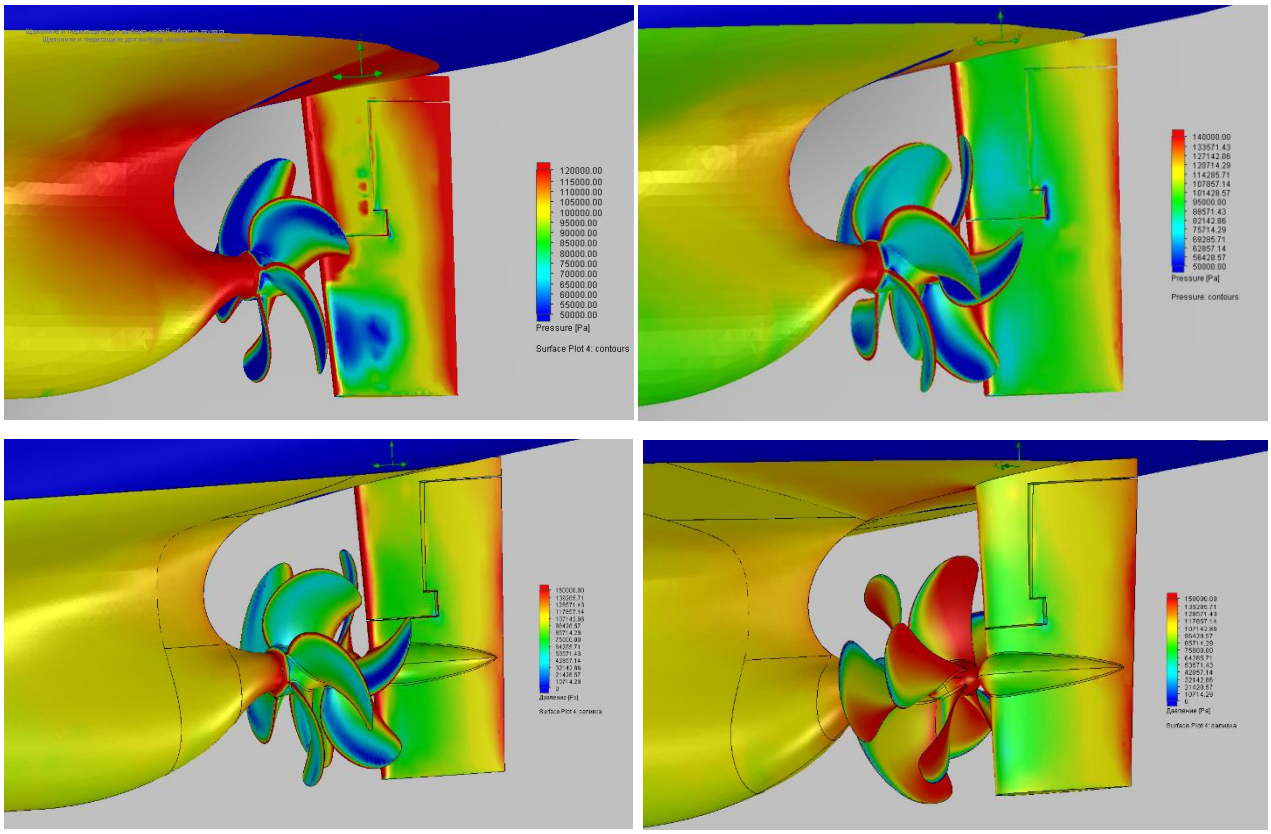


Рисунок 4 – Гидродинамический анализ работы ДРК методами

Очевидно, что эти методы могут быть с успехом использованы не только на ранних, но и на последующих стадиях проектирования для усовершенствования ДРК путем применения гребных винтов противоположного вращения и установки специальных наделок на перо руля.

Прямое использование методов CFD в задачах синтеза в принципе возможно, но потребует разработки специализированного программного обеспечения для автоматической корректировки геометрии элементов ДРК и генерации проектов для программ CFD. Кроме этого реализация решения задач синтеза в такой постановке возможна только на суперкомпьютерах и в ближайшее время вряд ли экономически оправдана.

Вывод.

Оперативность, достаточная точность и высокая информативность методов CFD может с успехом составить конкуренцию методам традиционной экспериментальной гидродинамики в решении задач параметрического анализа работы элементов ДРК и тем самым сократить сроки, повысить качество и снизить стоимость проектирования.

СЕКЦІЯ №1
Інноваційні технології у суднобудуванні та судноремонті

УДК 629.5.081.326

MODERN DOCK SCAFFOLDINGS FOR THE MAINTENANCE OF SAFE WORKING CONDITIONS IN FLOATING DOCKS

Oleksandr V. Shchedrolosiev, doctor of technical sciences, professor,
aleksandr.schedrolosev@nuos.edu.ua
Oleksandr M. Uzlov, senior lecturer
Hanna V. Konovalova, Ph.D., associate professor
ivaiii@ukr.net
Kostiantyn V. Kyrychenko, postgraduate student
kostiantynkyrychenko@nuos.edu.ua
National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Each ship-owner must ensure the quality of the ship repair, including maintaining overall strength and hull integrity. Those repairs conducted in the floating dock: inspection of a hull, restoration of protective coating, defense with protector, replacement of the outer hull, repair or replacement of propeller-rudder system elements [1].

To reduce the operational costs the hull is needed to be cleaned in floating dock from fouling. It is not possible to carry out maintenance without ship-lifting devices because most of vessels are heavy and huge part of a hull is under water [2].

One of the primary measures to improve working conditions in docks should be considered fail-safe devices and compliant docking scaffoldings. Creating high-quality temporal timber scaffolds is labor-intensive work and need a lot of lumber, which often can't be used for the second time. The creating and disassembling of scaffoldings take up a lot of space of a dock. The temporary scaffoldings are usually build without calculations and drawings and often in conditions of haste and lack of necessary materials. They do not always satisfy the safety requirements.

According to that problem the construction of permanent scaffoldings, as staff equipment, were proposed. A number of designs in the operational verification gave positive results.

Requirements for permanent dock`s scaffoldings can be summarized as follows:

- Scaffoldings construction must be rugged and stable in exploitation;
- Loads on the scaffolding must be set according to calculations and indicated at them.
- According to calculation, the weight of a one person with instruments and small folding device (in average) is set for 100 kg.

Because brigades make the change of side plates and some of other operations, the calculation of loads should be conducted in case of presence with maximum number of (3-4) workers on the limited area of scaffoldings. If stairwells for the entering on the scaffoldings are located on the considerable distance from each other, will not be excluded an opportunity of passage along the scaffoldings of other workers. Those loads also must be considered; otherwise, during exploitation of scaffoldings, there is a need to put signs prohibiting passage in the them.

Loads on the scaffoldings from placing on them weights (for example, containment booms, steel sheets, balloons, etc.) is not taken into account, therefore, even temporary placing of weights on scaffoldings is strictly prohibited. The snow load is taken into account only in areas that are facing heavy snows. In the winter, scaffoldings generally must be cleaned of snow and ice before the beginning of work. Scaffolding`s calculations must include the wind loads, which has significant values in the conditions of floating docks.

Scaffoldings are provided with fences that ensure the safety of work operations at height. Fences consist of a handrail, a middle longitudinal element, columns and a panels with height of 14-15 sm in the lower part of the fence. Handrails must be made from smooth and solid material. The connection of the columns and the fence must be smooth. The distance between columns (usually up to 2 m) must exclude the possibility of bending the handrails. The distance between stages of scaffoldings must be at least 1.9 m, the width of the platform floor not less than 1-1.2 m. The clearance between the vessel being repaired and the scaffoldings in the parallel middlebody part of the vessel mustn't exceed 50 mm. There will be provided flap or movable side board and shields if it is necessary to have a bigger gap.

The design of scaffoldings must ensure the safety of workers involved in their installation or installation into the working position, as well as dismantling or disassembly into the non-working position.

All work on the movement of scaffoldings must be mechanized for this purpose. To exit the scaffoldings it is necessary to provide appropriate ramps. To avoid cutting the width of the scaffoldings due to the device hatches for ramps, it is useful to arrange separate staircase sections. These sections can be portable and installed using cranes.

Stair sections and squares of each stage must have fencing that ensure safe access to the scaffoldings.

The construction of metal scaffoldings must allow rapid and reliable grounding of them after installation in the working position. All of the permanent dock`s scaffoldings, parts of which remain on the dock during the period of entering and leaving of vessels, can be used rationally only in water areas not polluted with petroleum products. In conditions of contaminated water areas, it is expedient to use scaffoldings that are removed entirely from docks at the time of ship-carrying operations. It's useful to exploit scaffoldings, which need to be removed from docks on the period of ship-lifting operations under conditions of polluted water areas.

Dock`s scaffoldings in design can be divided into suspended (console) scaffoldings that do not have piers on the pontoon deck and scaffoldings that have piers or frames, which rely on pontoon deck of a dock.

Console scaffoldings usually consist of telescopic support brackets, rigidly or flexibly fixed on towers of docks and laid on them floors from tightly knitted boards, and appropriate fences. Several types of such scaffoldings have been developed, tested, and exploited. Proposed scaffoldings with tubular and telescopic support brackets, which are placed on tower dock and able to rotate around the vertical axis within 180^0. When vessel goes in and out of a dock, floors and fencing of scaffoldings need to be removed.

The shipyard in Odessa ship proposed sectional suspended scaffoldings-platforms that able to turn around the horizontal axis of 90^0. The scaffolding fold vertically to the towers of the dock and fixed on them in the non-operational state.

The shipyard in Riga has developed scaffoldings the floors of which are placed on telescopic support brackets and can be removed in non-working condition.

The design of suspended scaffoldings, supporting elements of which are fixed on the towers of docks, inconvenient because they are not solid enough for significant consoles. It restricts their extension and build-up. Therefore, their design is not universal enough and can`t be successfully applied for the repair of vessels of different sizes.

Another disadvantage of such scaffoldings is that they make complicated the supply of materials and details to the workplace in the dock by cranes, because they occupy the entire space between the ship and the towers of the dock. While supplying materials by cranes to any central part of the dock it is necessary to disassemble scaffoldings in this area. This is inconvenient and requires extra time. Suspended scaffoldings usually provide the possibility of supplying materials only from the ends of the dock. This causes the need for further transportation along the dock by carts, roller bed or other equipment.

From the above designs of the suspended scaffoldings, the most successful one can be considered the design proposed by the Riga`s shipyard. The open girder construction of the towers of the steel dock pontoon, inside which extends the support brackets of scaffolding, made them massive (with box-shaped cross-section), which fit closely in long enough welded support-boxes that provide the hardness of the supporting elements of the scaffolding. According to the Riga shipyard, scaffolding are placed around the ship for half an hour. For disassembling scaffoldings, it takes about the same amount of time.

The design of universal metal scaffolding for docks proposed by a group of engineers and technicians of the Riga shipyard and successfully exploits at the plant until now. These scaffolding consists from lightweight framed metal stairs that suspended on the ends of steel brackets, which are also fixed to the tower of a dock. The swing joint provide the removal of the entire device to the tower dock, as well as the installation of scaffolding close to the vessel regardless of its width and distance between the towers dock and the vessel. This is accomplished by changing the angle of the mounting bracket relative to the tower dock in the range from 20^0 to 90^0. The angle of rotation of the brackets is approaching 90^0, while loading narrow vessels.

Wooden planks are placed on the girder-ladders. The location of the horizontal elements of the girders every 0.5 m makes it possible to expose the scaffolding to any kind of work at height. Straps are installed on the longitudinal elements of the girders; those straps are used for putting in the fence. In order for the girder not to be hung on the brackets in the working position of the scaffoldings, their lower ends are supplied with special telescopic tips. With the help of telescopic tips, a tight bolt of the girder on the pylon-deck in the working position is achieved and the necessary clearance is created when it is pulled into a non-working position. So that the girder does not hang on the brackets in operational state, in order to that their lower ends are supplied with special telescopic tips. The telescopic tips provide a tight grip of the girder on the pontoon-deck in operational state and make enough clearance while removing them into non-operational state. Described scaffoldings can be installed on docks, in which brackets can be securely fixed the in the towers.

For composite docks building based on this design a system of scaffoldings with reduced number of brackets on towers has been developed. Because each bracket is suspended to special traverses (that carry 3 vertical girders) the amount of brackets can be reduced. The girders attached to panhard rod with permanent floor plates mounted on them. As a result, a complete section of scaffoldings is suspended to each bracket. In the dock hull provided special embedded parts for mounting brackets.

On the dock, for example, with cargo capacity 6000 tons is provided installation of twenty sections of scaffoldings, with ten sections on each tower. This provides opportunity of installation scaffoldings over the length of 90 m with each board.

On the basis of experience that related to described dock`s scaffoldings, this may lead to conclusion that for repairing the parallel middlebody of the vessel there are efficient constructions of scaffoldings. The situation is much worse with the scaffoldings that used to repair edges of vessels. For the repair of the edges of vessels in docks, design organizations and manufacturing enterprises were only offered scaffoldings that collect (by type of construction) from individual elements or sections. Exploitation of such scaffoldings did not give positive results, because when made from light elements, the scaffoldings are not sufficiently strong, and the elements bend and lose their original shape; in difficult execution of the scaffolding require more physical effort during assembly. Project organization and plants proposed only scaffoldings that assembled (like structural) from individual elements or sections. Exploitation of such scaffoldings has not yielded positive results. Because those scaffoldings are made from light elements, they are not strong enough and elements may flex and lose the original form. The heavy type of scaffoldings need a lot of physical effort to assemble.

CONCLUSION

The existing dock scaffoldings, which improve working conditions in floating docks, were analyzed. The classification of the diagrams of staff constructions of dock scaffoldings is presented, and the requirements for them are described.

LITERATURE

1. **Рашковський О.С.** Проектування, технологія і організація побудови композитних плавучих доків: Навчальний посібник [Текст] / О.С. Рашковський, О.В. Щедролосєв, Д.В. Єрмаков, О.М. Узлов. Під заг. ред. проф. О.С. Рашковського. – Миколаїв: РАЛ-поліграфія, 2015. – 254 с.
2. **Щедролосев А.В.** Анализ состояния строительства плавучих доков [Текст] / А.В. Щедролосев, К.В. Кириченко // Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri: – Баку, Азербайджанська Державна Морська Академія, 2018. Вып.1 - С. 48-58.

УДК 681.783.24:629.081.4.002.56

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ В СУДОСТРОЕНИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Яглицкий Ю. К., Михайличенко Д. С., Коновалова А. В.
Херсонская филия Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова

К основным направлениям развития технологии судостроения на ближайшие годы относятся: совершенствование существующих и разработка новых методов постройки судов; применение математических методов и вычислительной техники при технологической подготовке производства и управлении технологическими процессами; механизация и автоматизация судостроительного производства; разработка принципиально новых технологических процессов и др. Большинство из этих направлений в той или иной степени связано с проблемой точности в судовом корпусостроении. Важность этой проблемы подтверждается наличием пригоночных работ на всех стадиях постройки корпуса судна, на долю которых приходится до 40% трудоемкости сборки [1].

Проблема повышения точности в судовом корпусостроении является многоаспектной и достаточно сложной. Ее решению были посвящены исследования ряда ученых и специалистов в отечественном и зарубежном судостроении. Вместе с тем, несмотря на достигнутые положительные результаты, пригоночные работы при сборке корпусных конструкций все еще существуют. Одной из причин такого положения является недостаточная точность методов и средств измерений, традиционно применяемых в судовом корпусостроении.

Вполне естественно, что существует взаимосвязь проблемы обеспечения точности с методами и средствами измерений при выполнении разметочно-проверочных работ при строительстве судов. Эти работы базируются на линейных и угловых измерениях, и их целью является получение достоверной информации о геометрических параметрах судовых корпусных конструкций и корпуса судна в целом. Практика постройки корпусов судов показывает, что в значительной степени наличие пригоночных работ связано с недостаточной точностью традиционно применяемых в судостроении средств измерений.

Внедрение оптических методов измерений повысило точность выполнения проверочных работ, но принципиально не изменило систему измерений. Все операции по построению горизонтальных и вертикальных плоскостей, проецированию точек и измерению линейных размеров между точками, обработке измерительной информации требуют ручного квалифицированного труда. Существенное повышение точности измерений, как показывает опыт судостроения, может быть получено с применением современных оптических и лазерных приборов [2]. В технической документации на выполнение проверочных работ на построечном месте оптический метод принят в качестве основного. Для реализации такого метода

используют оптические приборы - теодолиты. Их назначение - нанесение базовых линий на стапеле и проверка положений судовых секций при сборке корпуса.

В начале 90-х годов совместными усилиями научно-исследовательских институтов были выполнены работы по созданию измерительных технологий для обеспечение повышенных точностных требований. В результате был создан измерительный промышленный комплекс на базе тахеометров Recota и программного обеспечения, реализующего триангуляционный метод определения координат. В дальнейшем удалось создать комплексную технологию размерного контроля. Она гарантировала формирование корпуса судна из секций, изготовленных в «чистый» размер, то есть без припусков и с повышенной точностью обводов. Созданная технология размерного контроля позволяла оптимизировать производственный процесс формирования корпуса судна на основе машиностроительных принципов:

• система базирования, обеспечивающая конечную собираемость, заложена в рабочих чертежах;

• элементы секций (детали обшивки и набора) изготавливались без припусков, но с учетом сварочных усадок и упреждений;

• размерный мониторинг проводился на всех этапах изготовления судовых конструкций и при формировании корпуса на стапеле - сквозной размерный контроль. То есть, такой контроль выполняется на всех заранее определенных этапах постройки или изготовления согласно увязанным между собою измерительным методикам;

• высокая точность изготовления секций позволила формировать судно на стапеле с минимальным объемом подгоночных операций.

• размерно-технологический анализ собираемости при стыковке судна на плаву;

• дистанционное причерчивание конструкций для обеспечения их стыкования на плаву без «контрольной» сборки;

• изготовление секций в «чистый» размер.

Положение коренным образом изменилось с появлением новых приборов: электронно-оптических теодолитов и тахеометров, лазерных трекеров, лазерных сканеров и других средств измерения. Соединяя в одно целое электронно-оптические приборы и портативные компьютеры, комплектуя их разнообразным программным обеспечением, можно создавать измерительные системы - своеобразные мобильные координатные машины [3]. Они позволяют с точностью до десятых и сотых долей миллиметров проверять контролируемые объекты на соответствие тому объему и качеству информации, которое заложено при проектировании в трехмерных конструкторских моделях. Это позволяет существенно усовершенствовать технологические процессы изготовления, сборки и монтажа корпусных конструкций судов и их механического оборудования.

Развитие методов промышленной геодезии и измерительно техники привело к созданию принципиально иной измерительной системы - компьютеризированной станции - с возможностью определения трех координат любой видимой точки объекта в системе координат этой станции. Результаты измерений фиксируются на магнитном носителе в «цифровом виде», совместимом с системами проектирования CAD-CAM и ЧПУ технологического оборудования.

Выводы

Переход на цифровую 3-х координатную измерительную систему обеспечивает следующие преимущества:

- возможность машинного изготовления деталей и узлов судна по виртуальному чертежу на ПК, исключив бумажные носители, частично технологическую подготовку и, наконец, плаз;
- настройка сборочных пастелей без плаза по виртуальному чертежу;
- упрощение сборочных стендов, сооружение лесов для выполнения замеров;
- высокую степень плоскостности стыков и точность расположения сборочных единиц корпуса судна, что обеспечивает сборку их без пригоночных работ;
- возможность перехода к виртуальной контрольной сборке крупных блоков судов, исключив транспортировку блоков и пригоночные работы по месту;
- снижение трудоемкости и повышение точности контроля крупногабаритных корпусных конструкций сложной формы;
- создание информационной базы для компьютерной трассировки трубопроводов;
- возможность «бесшаблонной» разметки отверстий судовых фундаментов.

Литература

1. **Александров В.Л., Адлерштейн Л.Ц., Макаров В.В., Соколов В.Ф., Титов Н.Я.** Точность в судовом корпусостроении. // СПб.: Судостроение, 1994. – 172 с.
2. **Изаренков О. В.** Совершенствование методов проверочных работ на основе применения оптико-электронных измерительных приборов: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.08.04. – СПб., 1999. – 23 с.

3. **Корнев, А.В.** Актуальность внедрения современной аппаратуры размерного контроля на принципах лазерного сканирования на основных этапах судостроительного производства / А.В. Корнев // Вестник технологии судостроения и судоремонта. - 2012. - №20. - С.86-90.

УДК 797.146

ПЕРЕВАГИ БАГАТОКОРПУСНИХ СУДЕН Й ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

Яглицький Ю. К., Анохін Я. Е., Діанов С. О.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Протягом останніх десятиліть спостерігається інтенсивний розвиток проектування й виробництва багатокорпусних суден (БКС) різного типу та призначення. Це можна пояснити тим, що багатокорпусне судно у порівнянні з однокорпусним (ОКС) має деякі переваги [1].

Враховуючи що сучасні надводні судна повинні мати високу швидкість ходу, високу морехідність, достатній запас плавучості й остійності, а також велику площу палуб, то особливості багатокорпусних суден забезпечують ці потреби у найбільшій мірі.

Питома площа палуб БКС перевищує ту ж площу ОКС у:

- 2.5 – 4 рази для катамарану;
- 1,9 – 2.3 рази для дуплуса та трисека;
- 1,6 – 2,3 рази для суден з аутригерами і традиційним корпусом;
- 1,3 – 1,6 разів для судна з малою площею ватерлінії (СМПВ).

Всі типи БКС мають більш високу морехідність ніж ОКС:

- катамаран має зменшену у 2 – 2.5 рази бортову хитавицю при порівняному рівні її прискорення;
- судно з аутригерами та традиційним корпусом – знижені у 1.5 – 2 рази амплітуди бортової та кільової хитавиці на більшій частині курсових кутів;
- всі типи СМПВ мають зменшені у 2 – 3 рази амплітуди, у 1.5 – 2 рази зменшення прискорення усіх видів хитавиці, а також додатковий опір на хвилі.

Особливості міцності БКС:

- існує визначальний вплив поперечних навантажень та поперечних в'язей на забезпечення загальної міцності;
- поперечні навантаження, які максимальні при стоянці лагом до хвиль, знижуються з підвищенням швидкості;
- виникає необхідність приділяти особливу увагу місцевій міцності днища в районі з'єднання конструкцій корпусу;
- СМПВ відрізняються зниженим поздовжнім вигинаючим моментом на хвилюванні, який додатково знижується при підвищенні швидкості.

Усі БКС мають підвищену живучість завдяки:

- можливості розподілу енергетичної установки на кілька автономних віддалених одна від одної;
- можливості забезпечення поперечної остійності будь-якого потрібного рівня (наприклад, поперечна остійність катамарану може дорівнювати поздовжній чи перевищувати її);
- можливості забезпечення запасу плавучості у 2 - 5 разів більше ніж об'ємна водотоннажність.

У наш час БКС розвивають швидкості 45 – 60 вузлів і можуть працювати на хвилі 3 – 4 бали. Існують концепції багатокорпусних суден з підвищеною морехідністю, що можуть забезпечити швидкість 70 – 100 вузлів на тихій воді, 40 – 60 вузлів на хвилі 4 - 5 балів.

На рисунках 1, 2 можна побачити порівняння швидкісних характеристик БКС і ОКС.

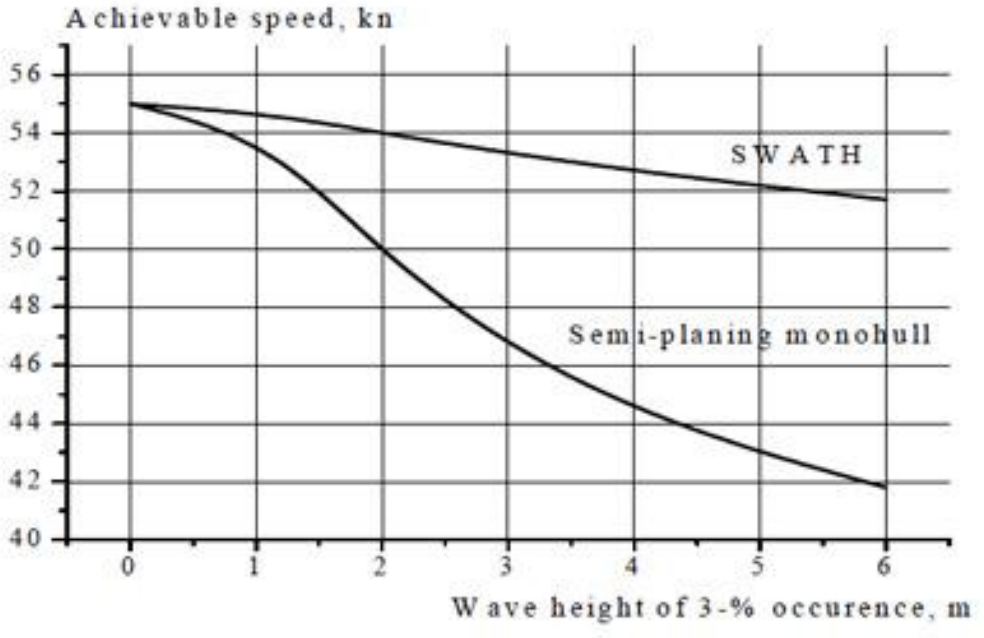


Рисунок 1 – Досяжні швидкості судна з малою площею ватерлінії (зверху) та однокорпусного судна на зустрічній хвилі

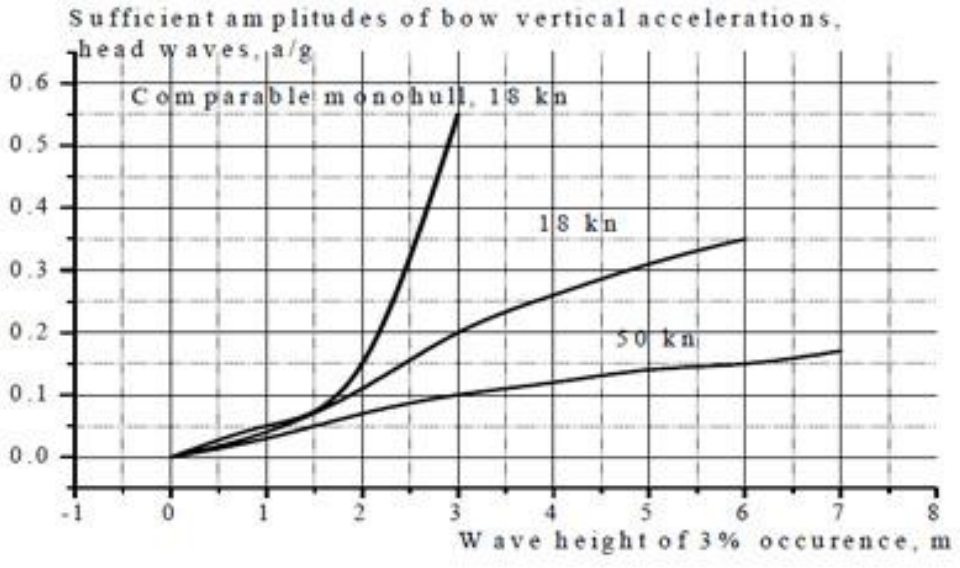


Рисунок 2 – Вертикальні прискорення судна з малою площею ватерлінії (нижні лінії) та однокорпусного судна (верхня лінія)

Загальними недоліками БКС є:

- підвищена маса корпусних конструкцій на тонну водотоннажності;
- збільшена змочена поверхня та в'язкісний опір;
- збільшена габаритна ширина;
- можливість слемінгу нижньої поверхні надводної платформи;
- недолік знань та інформації по БКС у більшості фахівців;
- БКС не пристосовані до дій у льоду.

Але до таких дій не пристосовані і ОКС. З приводу недоліку інформації по БКС можна сказати, що ранні стадії проектування багатокорпусних суден забезпечені:

- світовим практичним досвідом використання таких об'єктів різного типу та призначення;
- методикою проектування, яка заснована на їх специфіці;
- традиційними методами прогнозування гідростатики;

- наявністю серійних даних буксирних випробувань;
- наявністю загальної інформації про особливості зовнішніх сил та міцності;
- наявністю методики конструювання та даних серійних розрахунків маси корпусу;
- наявністю загальної інформації про особливості морехідності, розрахунковими методами її прогнозування;
- наявністю загальної інформації про керованість, знання тенденцій впливу розмінювань на керованість.

Висновок.

Досвід світового судноплавства свідчить про успішну експлуатацію БКС. У наш час багатокорпусні судна різних типів будують у достатній кількості. Крім того, постійно вдосконалюється архітектурно-конструктивні типи БКС, зростає їх вантажо- і пасажиромісткість, підвищуються швидкісні характеристики і морехідні якості, забезпечується більш високий рівень комфорту для пасажирів. Характерною тенденцією для сучасних БКС є неухильне зростання швидкостей ходу [2].

Враховуючи сказане вище можна зробити висновок про те, що БКС з часом можуть будуватися у такій кількості, як і ОКС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Многокорпусные суда/Под ред. В. А. Дубровского. – Л.: Судостроение, 1978. 304 с.
2. https://flot.com

УДК 627.034

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРИ УКРУПНЕНОМУ ФОРМУВАННІ СУДНОВИХ МОДУЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Щедролосєв О.В., д.т.н., проф.; Терлич С.В., ст.викл.

Вантажні операції та монтаж суднового обладнання є трудомісткім етапом під час ремонту сучасних морських та річкових суден. Сучасні засоби технологічного оснащення повинні забезпечувати не тільки якість та безпечність монтажних робіт, а й сприяти скороченню циклу ремонту, переобладнанню та утилізації плавучих споруд.

Як відомо [1], більша частина вантажних робіт пов'язана із переміщенням виробів безпосередньо в корпусі судна. При цьому штатних такелажних баз, які використовуються у системі переміщення може бути недостатньо, або вони взагалі відсутні. Традиційний спосіб переміщення виробів, що використовується на вітчизняних судноремонтних підприємствах, включає наявність у схемах вантажних операцій приварених технологічних обухів, які виконують функції тимчасової такелажної бази. Розташовуються вони у залежності від схем кантування у різноманітних місцях. Це можуть бути поперечні перебірки, шахти, вигородки корпусу, підволока та аналогічні конструкції. Обуха приварюють «по місцю», або до елементів набору корпусної конструкції. Після проведення вантажних операцій обух зрізують, а місце при варення зачищають механічним інструментом.

Використання приварних обухів в системах вантажних переміщень вимагає додаткових комплексів робіт, що знижують швидкість проведення операцій і в значній мірі підвищують їх собівартість. Необхідно також зазначити, при варення обуха негативно впливає на міцність та стійкість елементів набору конструкції.

Автори пропонують підвищити якість вантажних та монтажних робіт за рахунок швидкозйомних фрикційних вантажозахватних пристроїв (ШФВП), що дозволить не тільки розробити оптимальні технологічні процеси, але й зменшити трудомісткість вантажних операцій.

Основною *метою* дослідження є підвищення ефективності вантажно-монтажних робіт за рахунок використання фрикційних гідрозахоплюючих пристроїв, а також удосконалення технології переміщення виробів суднового машинобудування безпосередньо у корпусі судна із забезпеченням достатньої точності виконання операцій базування та позиціонування, що призведе до зменшення трудомісткості.

Основними *задачами* дослідження є:

1) дослідження впливу конструкційних та технологічних факторів на основні розрахункові та експлуатаційні параметри ШФВП та створення методики проектування робочих профілів ексцентриків для запобігання аварійним ситуаціям;

2) дослідження напружено-деформованого стану корпусу ШФВП;

3) розроблення математичної моделі процесу переміщення виробів суднового машинобудування для забезпечення якісного базування виробів, які переміщуються в корпусі судна.

Авторами виконано аналіз існуючих засобів технологічного оснащення для підіймально-монтажних робіт, при цьому виявлені наступні недоліки:

1) низький рівень механізації та велика трудомісткість робіт;

2) точність переміщення суднового обладнання в приміщеннях корпусу судна забезпечена недостатньо;

3) використання приварених технологічних обухів призводить до зниження міцності конструкцій корпусу судна.

Ескіз ШФВП, що пропонується, наведено на рисунку 1.

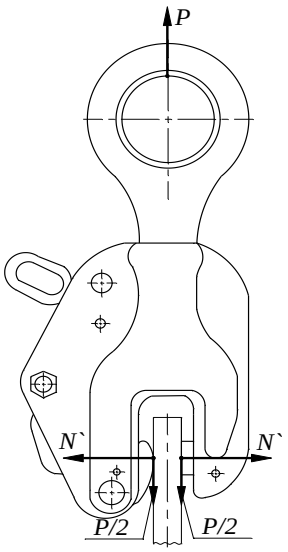


Рисунок 1- Швидкозйомний фрикційний вантажозахватний пристрій

Під час теоретичних досліджень з'ясовано, що основним фактором, який впливає на роботу конструкції, яка пропонується є тримаюче зусилля *P,* що створюється силами тертя. При проектуванні пристрою була використана видова розрахункова залежність [2]:

$$P = N \cdot f \,, \tag{1}$$

де: *P* – тримаюче зусилля, яке чисельно дорівнює силі тертя *F*;

N – стискаюче зусилля, яке діє по нормалі д поверхні контакту;

f – коефіцієнт тертя пари матеріалів, що контактують.

В той же час використання відомих значень коефіцієнтів тертя (1) не враховує умови використання ШФВП, а також не відповідає реальній фізиці процесу.

Із умов рівноваги системи (рисунок 1) коефіцієнт взаємодії може бути представлений, як:

$$\mu = \frac{P}{2 \cdot N} \,. \tag{2}$$

За результатами теоретичних розрахунків виконано регресійний аналіз за методами [3], що дозволяє встановити функціональну залежність між параметрами *P* та *N*:

$$P = CT^{\alpha} t^{\beta} r^{\gamma} N^{\delta} \,, \tag{3}$$

де: *C* – сталий коефіцієнт;

α, β, γ, δ – незалежні показники ступенів;

Оцінки параметрів *α, β, γ* та *δ* можуть бути отримані методом найменших квадратів [3].

Пропонуємий остаточний вигляд залежності:

$$P = 4{,}1355 \cdot \frac{N^{0.9244}}{T^{0.1261}} \,. \tag{4}$$

Міцність корпусу ШФВП в значній мірі зумовлює його надійність. Дослідження напружено-деформованого стану ШФВП (рисунок 2) оцінено з використанням ряду програмних пакетів при моделюванні переміщення суднового аварійного дизель-генератора (рисунок 3).

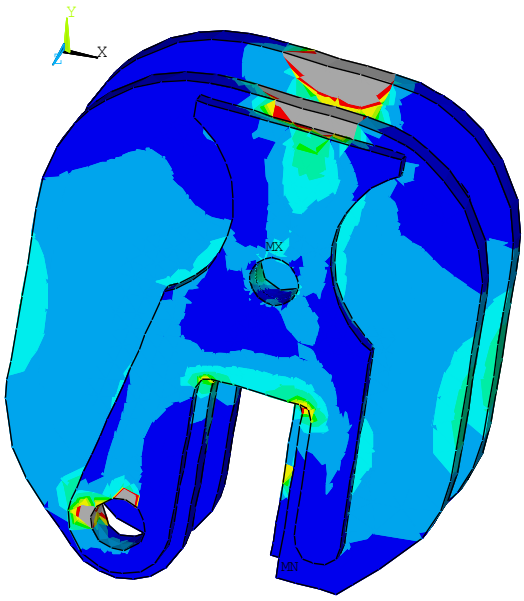


Рисунок 2 - Характер головних напружень

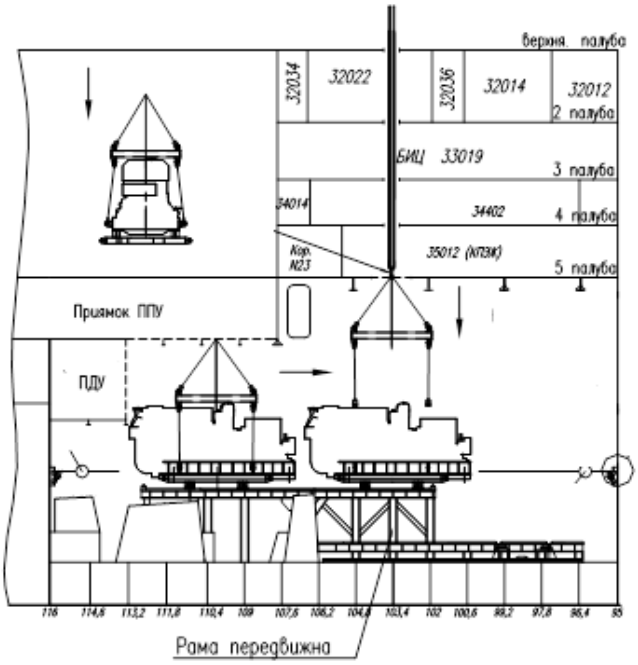


Рисунок 3 - Схема переміщення суднового аварійного дизель-генератора

Список використаних джерел

1. **Морозов, А.С.** Фрикционные грузозахватные устройства – современные средства технологического оснащения погрузо-монтажных работ в судостроении и судоремонте / А.С. Морозов, В.И. Черненко // Морской Вестник. Вып. 2(30), СПб,:2009.

2. **Рейф Ф.** Берклеевский курс физики. Статистическая физика. М.: Наука, 2007.

3. Основи теорії пружності, будівельної механіки, міцності та вібрації суден: Навчальний посібник / А.М. Сердюченко, О.Є. Лугінін, Р.Ю. Коршиков, О.М. Дудченко, Ю.С. Коршиков / За редакцією д-ра фіз. -матем. наук, професора А.М. Сердюченка. – Миколаїв: НУК, 2012. – 424 с.

УДК 629.5.002

СТРОИТЕЛЬСТВО КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДОВ ИЗ ДВУХ ЧАСТЕЙ

***Соколова Вита Владимировна*,**
Рашковский Александр Саулович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии судостроения,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Наиболее важный период строительства любого современного судна связан с построечным местом, где формируется корпус, монтируется большая часть его механизмов, устройств, оборудования. Этот период в значительной мере определяет технико-экономические показатели строительства судна в целом, так как связан с использованием наиболее важной части основных фондов судостроительного предприятия построечных мест и является весьма трудоемким.

Продолжительность строительства судна зависят от выбранного метода строительства, способа формирования его корпуса, технологии и организации выполнения корпусных работ. Вариант экономически целесообразной технологии и организации строительства судна выбирают с учетом его конструкции, серийности, производственных возможностей предприятия-строителя. Совокупность этих факторов закладывают в качестве исходных данных в технико-экономический расчет строительства судна. При этом должны быть обеспечены основные требования Заказника - минимальная стоимость строительства судна в запланированные сроки.

Способы формирования корпуса судна выбирают в зависимости от разновидности построечных мест, спусковых сооружений, конструктивно-технологических характеристик корпусных конструкций, из которых оно собирается и его размерений. Различают подетальный, секционный и блочный методы строительства судов, а также их комбинации. В последние годы получили распространение способы, основанные на модульном принципе. Из-за ограниченных возможностей спусковых сооружений и длины стапеля на предприятии-строителе судно сроят раздельным способом и спускают на воду частями с последующей стыковкой на плаву [1].

Корпус судна разделяют по длине на две части, каждую из которых собирают отдельно на одном или разных построечных местах, а затем спускают на воду (рис. 1). Стыкуют части корпуса судна в доке или на плаву (рис.2). Иногда при кооперированном строительстве корпусов судов его части изготавливают даже на разных верфях.

Стыкование частей корпуса судна на плаву выполняют с применением кессона (рис. 3) или специального шарнирного герметизирующего устройства (ШГУ). Кессон или ШГУ устанавливают в районе монтажного стыка и плотно прижимают к корпусу судна. Работы по сборке и сварке производят из рабочего туннеля кессона, из которого заранее откачивают воду [2].

В магистерской работе будет разработана технология строительства крупнотоннажного контейнеровоза вместимостью 9500 TEU из двух частей, отдельно спускаемых на воду.



Рис. 1. Формирование корпуса судна из двух частей, отдельно спускаемых на воду

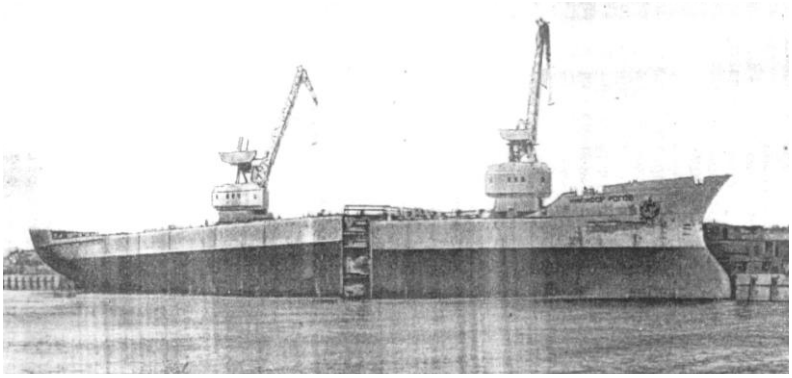


Рис. 2. Стыкование частей корпуса судна на плаву

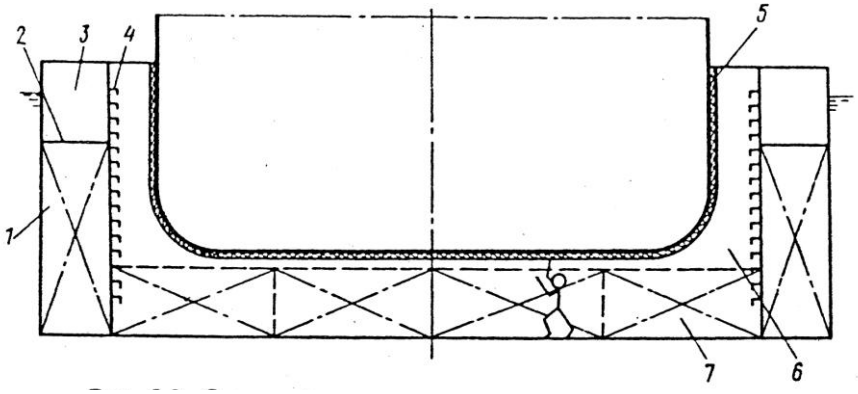


Рис. 3. Схема расположения кессона под монтажным стыком:

1 – бортовая цистерна; *2* – палуба безопасности кессона; *3* – сухой отсек; *4* – скоб-трап; *5* – уплотнение по контуру корпуса; *6* – рабочий тунель; *7* – днищевая цистерна

Литература

1. . Технология корпусостроительных работ: учебник / А.С.Рашковский, А.В.Щедролосев, А.М.Фарионов, Н.В.Цыкало, В.Н.Перов, С.Н. Слижевский, под общ. ред. проф. А.С. Рашковского. – Николаев: 2018. – 516 с.
2. Основы технологии судостроения: учебник [Текст] / В.Л. Александров, Г.В. Бавыкин, А.В. Догадин, А.С. Рашковский, В.Ф. Соколов, под общ. ред. проф Соколова В.Ф. – С-Пб.: Судостроение, 1995. – 400с.

УДК 629.5.081

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КОМПОЗИТНИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД

Нейман В.М.,
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова
vmnejman@ukr.net

Останнім часом в Україні і світовому суднобудуванні освоюється виготовлення різних композитних плавучих споруд - плавучі доки, понтони, плавучі готелі і ресторани, дебаркадери і ін. [1, 2].

Постійні потреби світового судноплавства в судноремонті, обстеженні та контролі стану суден, технічному обслуговуванні їх підводної частини обумовлюють підвищений попит на плавучі доки, виробництво яких стає предметом вигідного бізнесу і одним з важливих напрямків виходу вітчизняної продукції на світовий ринок суднобудування.

Одним з головних критеріїв, що визначають конкурентоспроможність вітчизняних плавучих доків, є рівень їх якості, що відповідає вимогам відповідного класифікаційного товариства [3].

Проведений аналіз експлуатаційних умов роботи композитних плавучих доків показав, що вони є в значній мірі екстремальними, що визначає необхідність їх високої якості.

Управління якістю композитних плавучих доків складається з окремих процесів, що представляють сукупність дій, які приносять певний результат. При розробці цієї системи застосований підхід з позицій процесів [4].

Розроблена структура процесів, що забезпечують якість продукції, що випускається передбачає інформаційний обмін [5]:

• проектною інформацією різного рівня деталізації - концептуальною, класифікаційною, робочим проектом;

• інформацією по корпусу плавучого дока і його насиченню різного рівня деталізації;

• інформацією про вимоги Замовника до проекту і його зауваженнях в процесі будівництва;

• інформацією для роботи з постачальниками і контрагентами по закупкам;

• календарними планами випуску продукції;

• виробничою інформацією по споруджуваному плавучому доці;

• обмін інформацією в рамках інших головних, системних і допоміжних процесів.

Оцінка результативності системи управління якістю здійснюється, за розробленими методиками, які містять:

• політику в області якості;

• цілі в сфері якості;

• область застосування системи управління якістю;

• методики системи управління якістю;

• описи взаємодії процесів системи управління якістю.

Так політика в області якості передбачає спрямування роботи підприємства щодо покращення його виробничої діяльності, а мета - покращення виробничих показників [6]. Розроблена програма дій в області якості передбачає:

• підтримання та постійне вдосконалення процесів і продукції;

• впровадження, контроль та вдосконалення системи управління якістю з метою задоволення вимог міжнародного стандарту;

• належне внутрішнє технічне обслуговування для забезпечення повної продуктивності і надійності технічних засобів і допоміжного обладнання;

• управління продукцією після випуску;

• належне управління виробничим середовищем;

• професійна підготовка персоналу для забезпечення відповідності компетентності персоналу рівню виконуваної роботи і вимогам замовників.

Оцінка результативності системи управління якістю повинна здійснюватися, як мінімум, один раз на рік відповідно до розроблених методик.

Висновки. Розроблена система управління якістю будівництва композитних плавучих доків забезпечує випуск продукції вищої категорії якості з заданими техніко-економічними показниками в установлені терміни при найменших матеріальних, трудових і фінансових витратах.

Література

1. **Рашковский А.С.** Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков [Текст]: монография / А.С. Рашковский, Н.Г.Слуцкий, В.Н. Конов, А.В. Щедролосев, А.Н. Узлов **–** . Николаев: РАЛ-полиграфия, 2008. – 614 с.

2. **Слуцкий Н.Г.** Инновационные технологии в докостроении [Текст] / Н.Г. Слуцкий // Сб. научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте ‘2007» Том 1. Транспорт, физика и математика. – Одесса: Черноморье, 2007. – С. 6–9.

3. **Слуцкий Н.Г.** Экономическая эффективность строительства и эксплуатации композитных плавучих доков большой подъемной силы [Текст] / Н.Г.Слуцкий, А.С. Рашковский, Д.В. Ермаков // Зб. наук. праць «Економіка: проблеми теорії та практики». Вип.. 232. – Т. III – Дніпропетровськ: ДНУ, 2007. – С.614–621.

4. **Слуцкий Н.Г.** Менеджмент качества при строительстве композитных плавучих сооружений на ХГЗ «Паллада» [Текст] / Н.Г.Слуцкий, А.С. Рашковский // Науково-популярний журнал «Колега» – Київ: НАН Україны, 2007. – № 2. – С.13–16.

5. **Нейман В.М.** Информационное обеспечение производственного процесса в судостроении [Текст] / В.М. Нейман // Сб. науч. трудов НКИ. – Миколаїв: НКИ, 1993. – С.36–42.

6. **Нейман В.М.** Применение функционально-стоимостного анализа в управлении судостроительными проектами [Текст] / В.М. Нейман, О.Ю. Савина // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю НУК ім.. адм.. Макарова. – Миколаїв: НУК, 2010. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail;jsessionid=84f557befb02111d8bd4412f57dc?lectureId=2014&conferenceId=13&isProjectorView=false

УДК 629.5.02:678.4

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛАСТОМІРНИХ ПРУЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРУЖНИХ ПІДСТАВ У СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

Коршиков Р.Ю, Коршиков Ю.С., Андрусенко А.О., Грязнов В.І.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Деревина застосовується в суднобудуванні і судноремонті для виготовлення з неї пружних елементів, що входять в конструкції, основним призначенням яких є рівномірний розподіл навантаження в зонах контакту корпусних конструкцій судна і елементів опорного контуру. Рівномірний розподіл навантаження дозволяє уникнути перевищення допустимої напруги і залишкових деформацій в місцях контакту. Дерев'яні конструкції традиційно служать для формування пружних підстав із заданими властивостями. На такі підстави встановлюються судна і окремі їх частини (секції) при споруді або ремонті.

Широкому поширенню дерев'яних конструкцій в суднобудуванні сприяла відносна дешевизна цього матеріалу, а також практично необмежений його запас. Деревина – легкий матеріал, який теж легко піддається обробці. Накопичений віковий досвід використання деревини, як при споруді судів, так і при устаткуванні оснащення і будівельних місць, а також при забезпеченні технологічними засобами спуску судів на воду.

Обмежені ресурси деревини наводять до пошуку шляхів її заміни довговічнішими і здатними використатись багаторазово матеріалами.

Технологічні операції, в яких застосовується деревина як пружні і мнучі елементи наступні:

- Закладка секцій і формування корпусу судна на стапелі або в сухому доку;
- Транспортування корпусу судна і окремих його частин на опорно-транспортних пристроях і трансбордері;
- Спуск судна з поперечних і подовжніх стапелів;
- Спуск судна за допомогою передавальних доків;
- Постановка судна в плавучий ремонтний док.

До основних суднобудівельних і судноремонтних конструкцій, що містять дерев'яні пружні елементи, можна віднести подушки, підчеревники, кільблоки, клітки, спускові доріжки, копилля і так далі. У цих конструкціях деревина використовується у якості пружних елементів, прокладок, що мнуться, а також у вигляді комбінації перших двох.

Зазвичайні конструкції, виконані з деревини, порівняно недовговічні. В умовах суднобудування і судноремонту додаються чинники, сприяючі прискореному зносу деревних конструкцій. Це поперемінна дія вологи, відкритого повітря, теплової енергії, сонячних променів, гнильних бактерій, а також граничних для міцності деревини навантажень. Із-за швидкого розтріскування і гниття деревини, конструкції з дерева не удається використовувати багато разів. Це підвищує собівартість вживання таких технологій. Заміна деревини в суднобудівельних конструкціях на інші матеріали, доступні за ціною, може дозволити використовувати дані конструкції багато разів. Як матеріал, замінюючий деревину в суднобудівельних конструкціях, можна використовувати еластоміри.

Еластоміри прийнято відносити до полімерів з яскраво вираженими високоеластичними властивостями. Серед еластомерів найбільшого поширення набули каучуки і гуми, що вироблялися на їх основі, а також поліуретани.

Еластомірні конструкції суднобудівельного призначення порівняно невибагливі до морських умов експлуатації, вони можуть зазнавати великі формозмінення й деформації. Проте еластомери вимагають використання не традиційних для суднобудування методів проектування і розрахунку.

Пружні елементи з еластомерів довговічніші і можуть використовуватися багаторазово. Вони, на відміну від дерева, не схильні до шкідливих дій вологи, високих і низьких температур. Тобто, еластомери більш «пристосовані» для роботи в умовах суднобудівельного і судноремонтного підприємств, а також для використання в опорних пристроях плавучих доках. У тих випадках, коли деревина в результаті навантаження отримує деформації, що наводять до її розтріскування, еластомери при таких же навантаженнях випробовують лише абсолютно пружні деформації. Еластомери різних типів можуть значно відрізнятися по своїх пружних характеристиках. Це може дозволити отримати ефективніше конструкторське рішення при проектуванні опорних пристроїв, оскільки буде вибір еластомірних матеріалів з широким діапазоном пружних властивостей. Комбінуючи пружні елементи, виготовлені з еластомерів різних типів, можна спроектувати опорні пристрої з нерівномірним розподілом пружних властивостей по довжині пристрою, що, наприклад, може знайти вживання в спускових пристроях подовжніх похилих стапелів.

Деревина ж по своїх пружних і міцностних характеристиках може бути розділена лише на двох типів: деревина твердих порід (дуб) і деревина м'яких порід (ялина, сосна, ялиця і т. д.). Більш того, пружні характеристики деревини дуже сильно змінюються залежно від вологості. Це, у свою чергу, вимагає контролю

вологості і випробування зразків партії деревини, що поступила на суднобудівне підприємство. Під час тривалого терміну споруди судна пружні властивості дерев'яних елементів, що використовуються в опорних пристроях, неконтрольовано змінюються в результаті дії вологи і сонячних променів. Все це наводить до перерозподілу навантажень і реакцій опорного пристрою, що може мати негативні наслідки для міцності опорного пристрою і судна, що будується. Повзучість деревини також негативно впливає на процес споруди судна, змінюючи посадку судна і окремих його секцій на опорному пристрої, що може ускладнити технологічні операції монтажу і підгонки секцій. Повзучість деревини також вимагає постійного підклинювання опор. Сам процес підклинювання, якщо він не автоматизований, передбачає використання важкої фізичної праці. І що найважливіше, підклинювання здійснюється інтуїтивно без відповідного контролю.

Вітчизняними підприємствами хімічної промисловості освоєний випуск широкого спектру еластомірів. Самі по собі еластоміри не є дорогими матеріалами. А, враховуючи, що пружні елементи, виготовлені з еластомірів, можуть використовуватися багато разів, і матеріаломісткість еластомірних конструкцій буде набагато меншою, ніж дерев'яних, то вживання еластомірів може виявитися економічно вигідним. Також на користь вживання еластомірів в суднобудуванні може служити факт дефіциту деревної сировини, а також екологічний збиток, що отримується в результаті вирубки лісів. Всі перераховані вище аргументи говорять на користь проведення досліджень, направлених на вирішення проблеми заміни деревини в суднобудуванні на еластомірні матеріали.

Для того, щоб було можливо замінити деревину еластомерами, необхідно вирішити наступні принципові завдання:

1. Забезпечення відповідності характеристик податливості і пружності еластомірних конструкцій аналогічним дерев'яним;
2. Моделювання майданчика текучості, характерної для діаграми стискування деревини, конструктивною нелінійністю еластомірних конструкцій;
3. Вирішення технологічних проблем, зв'язаних із застосуванням еластомірних пружних елементів замість дерев'яних.

Перше завдання може бути вирішене шляхом заміни одного суцільного дерев'яного пружного елементу декількома еластомірними елементами певного розміру, що дискретно розташовуються. Друге завдання може бути вирішене, наприклад, за рахунок втрати стійкості окремих елементів еластомірних конструкцій. Третє завдання може складатися з ряду проблем, які можуть виникнути вже в процесі проектування опорних пристроїв з еластомерів. Тому вирішуватися вони повинні безпосередньо в процесі проектування. Так, наприклад, можуть виникнути проблема підклинювання еластомірних опор, проблема кріплення еластомірних пружних елементів на опорі. Проблема підклинювання опор з еластомірними елементами може бути вирішена шляхом вживання автоматизованих опорних пристроїв, ручних домкратів, конструктивно пов'язаних з опорною конструкцією і так далі Причому, тут може виявитися перевага еластомірних прокладок, що мнуть, перед дерев'яними. Так за ознакою втрати стійкості елементів еластомірної прокладки можна точно визначити реакцію опори і зробити висновок про достатність підклинювання. При використанні дерев'яних прокладок це неможливо без установки на кожній опорі дорогого устаткування. Проблема кріплення еластомірних пружних елементів на опорі може бути вирішена багатьма способами. Можна, наприклад, використовувати тканинну або арматурну стрічку, на яку наклеюватимуться еластомірні елементи, а сама стрічка розміщуватися на металевих тумбах, бетонній підставі спускових доріжок, або використовувати спеціальні кріплення і так далі.

При проектуванні пружних підстав з еластомірних елементів мають бути виконані наступні основні принципи.

1. Спроектована підстава повинна відповідати по своїх характеристиках традиційному дерев'яному.
2. Спроектована підстава повинна мати ряд технологічних переваг, що дозволяють добитися кращих результатів в технології споруди і ремонту судна.
3. Проектування, виготовлення і подальша експлуатація пружної підстави з еластомірів повинні давати позитивний економічний ефект в порівнянні з аналогічними дерев'яними пружними підставами.
4. Спроектована і виготовлена пружна підстава повинна забезпечувати надійне спирання на нього корпусу судна або окремих масивних конструкцій без пошкодження їх міцності, а також міцності самої пружної підстави.
5. Механічні характеристики спроектованої пружної підстави мають бути стабільними в процесі всього періоду експлуатації і точно відповідати розрахунковим, що повинне виключити необхідність додаткових випробувань зразків з еластомірів.
6. Проектування повинне вестися на основі розрахункових методів і сучасних комп'ютерних технологій, що виключають випробування зразків в процесі проектування.
7. Пружна підстава з еластомірів має бути надійною і зручною в експлуатації.
8. Методика проектування повинна дозволяти проектувати будь-які пружні підстави із заданими характеристиками і законом розподілу пружних властивостей

Пружна підстава, що покриває велику площу, наприклад таке, як суднобудівельний опорний пристрій, можна розглядати як сукупність пружних конструкцій, віддалених один від одного на деякій відстані. Кожна така конструкція, у свою чергу, має пружну опорну поверхню, що є також пружною підставою. Саме з цією пружною поверхнею безпосередньо контактують корпусні конструкції судна.

Якщо розглядається спільна деформація корпусу судна і опорного пристрою в цілому, то до уваги беруться характеристики макроелементів опорного пристрою (кільблоки, клітки, копилля і т. д.). При цьому кожен макроелемент вважається елементарною конструкцією, що є єдине ціле і що має конкретні механічні характеристики, а сама конструкція макроелемента інтерес не має.

Якщо розглядається спирання частини корпусу судна на пружну підставу опорної поверхні макроелемента і спільна деформація самого макроелемента і окремих корпусних конструкцій, що контактують з ним, то до уваги беруться механічні характеристики пружних елементів (мікроелементів), що розміщуються на опорній поверхні макроелемента і конструкція макроелемента.

Таким чином, проектування пружної підстави, що покриває велику площу, умовно можна розділити на проектування на макрорівні і проектування на мікро рівні.

Проектування на макрорівні передбачає вибір числа опор, їх типів, механічних характеристик кожної опори.

Проектування на мікрорівні передбачає розробку конструкції кожного макроелемента, вибір числа пружних елементів, що розміщуються на його опорній поверхні, а також типів пружних мікроелементів.

При проектуванні на макрорівні необхідно забезпечити виконання загальної подовжньої міцності корпусу судна або блоків секцій, також оптимальне розміщення макроопор з метою зменшення їх числа, а також з метою зменшення значень напруги в корпусі судна.

При проектуванні на мікрорівні необхідно забезпечити рівномірний розподіл контактних тисків за всією опорною площею макроелемента для дотримання місцевої міцності корпусних конструкцій. Також необхідно забезпечити міцність кожного макроелемента, і міцність пружних мікроелементів, що входять в його конструкцію.

Тобто завдання проектування зводиться до проектування пружної підстави макрорівня і проектуванню пружної підстави мікрорівня. Таке розділення може виконуватися не завжди і носить умовний характер. Так, наприклад, при проектуванні конструкції спускових доріжок є сенс говорити лише про мікрорівні проектування.

За весь час вживання в суднобудуванні і судноремонті деревини як пружні елементи накопичений значний досвід проектування і експлуатації опорних пристроїв на її основі. Такий досвід було б бажано використовувати і при проектуванні опорних пристроїв, в яких деревина замінюється еластомерами. Проте деревина і еластоміри досить відрізняються по своїх пружних характеристиках. Тому використання накопиченого досвіду проектування стає скрутним. Вирішити дану проблему можна таким чином. На першому етапі проектування можна вважати, що проектується опорний пристрій на основі дерев'яних пружних елементів, і проектування при цьому повинне вестися традиційними методами. На подальших етапах розглядаються всі типові елементи, що складають спроектований в першому наближенні опорний пристрій. У кожному з цих елементів деревина замінюється еластомірами. При цьому має бути забезпечена відповідність характеристик проектованого з еластомерів елементу опорного пристрою і його дерев'яного аналога.

Висновки. В процесі проведених досліджень встановлено, що замість деревини, що використовується у якості пружної підстави суднобудування та судноремонті можна використовувати еластомірні пружні елементи. Їх можна розміщувати безпосередньо на металевих основах традиційних кільблоків та клітин. Це дає змогу використовувати металеві конструкції звичайних опорних пристроїв. Еластомірні пружні елементи, на відміну від деревини, можуть використовуватись багаторазово, тому вони мають значно більш довговічні. А це у свою чергу позитивно впливає на такий показник, як економічність. Крім того, на еластомірні пружні елементи, на відміну від деревини, практично не оказує негативного впливу такі чинники, як високі та низькі температури, вологість, велике формозмінення. А це позитивне впливає на технологічність їх використання у якості пружних елементів суднобудівних та судноремонтних опорних пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Коробанов Ю.Н.** Шляхи заміни дерев’яних матеріалів на еластоміри в суднобудуванні [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Міжнародний науково-практичний симпозіум. «Проблеми суднобудування: положення, ідеї, рішення» (Миколаїв, 8 – 10 жовтня 1997 р.). Тези доповідей. – Миколаїв: УДМТУ, 1997.

2. **Коробанов Ю.Н.** Особливості проектування еластичних прокладок, здатних за пружними показниками замінювати дерев'яні конструкції [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Збірник наукових праць Українського державного морського технічного університету – Миколаїв: УДМТУ, 1998.

3. **Коробанов Ю.Н.** Основи вибору еластичних прокладок за пружними показниками [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Вісник Херсонського державного технічного університету № 1(3) – 1998. – Херсон: Херсонський державний технічний університет, 1998. – С. 149 – 152.

4. **Коробанов Ю.Н.** Вживання декларативної парадигми в програмуванні завдань оптимізації розміщення однорідних об'єктів на площині [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Міжвузівський журнал «Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи» № 2 – 1998. – Херсон: Херсонський державний технічний університет, 1998. – С. 123 – 128.

УДК 628.292

ЗАХИСТ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІД КОРОЗІЇ

Уваров Володимир Анатолійович, к.т.н., доцент Херсонської філії НУК
Авдюнін Роман Юрійович, викладач Херсонської філії НУК,
Канівченко Сергій Валерійович, студент

Підвищення економічної ефективності роботи суднового обладнання пов'язане із вдосконаленням методів та засобів його захисту від корозії. При ремонті гребних валів та гвинтів, баллерів та інших виробів суднового машинобудування методами зварювання та наплавлення, необхідно усунути концентрацію внутрішніх напружень у зварних з'єднаннях, котрі сприяють корозійно-кавітаційному зношенню.

Оптимальне зменшення експлуатаційних, монтажних та внутрішніх напружень, отриманих при виготовленні дозволяє в 1,5–2 рази підвищити корозійну стійкість виробів та заощадити дефіцитні матеріали.

Ефективним технологічним рішенням для зменшення концентрації внутрішніх, поверхневих та монтажних напружень є магнітно-імпульсна обробка (ІМО) деталей суднових конструкцій та вузлів механізмів, котра успішно застосовується в машинобудуванні та дає позитивний результат.

ІМО зварних швів або наплавленого металу в 3–5 разів зменшує концентрацію внутрішніх та поверхневих напружень. При цьому механічні та експлуатаційні характеристики суднового обладнання підвищуються не менше ніж на 50%.

Найбільший ефект ІМО досягається при обробці зварних швів при температурі 280 – 600 °С, в зоні кристалізації виникають перетворення першого та другого роду, покращується мікроструктура сплаву та орієнтація блоків кристалів, що обумовлює різке (5-6 разів) зменшення виникнення втомних мікротріщин при роботі деталей у високонапружених конструкціях. При нанесенні захисних покриттів із розплавлених металів, ІМО дозволяє майже у два рази зменшити надлишкову витрату матеріалу та у 1,7–2,2 рази підвищити адгезію метала покриття.

Дослідження корозійної стійкості різних матеріалів деталей судного обладнання показало, що зміна цього параметра легко контролюється шляхом вимірювання електрокінетичного потенціалу поверхні (рис. *а*) та різниці потенціалів ΔU (рис *б*) зразків деталей як без магнітно-імпульсної обробки, так і після неї.

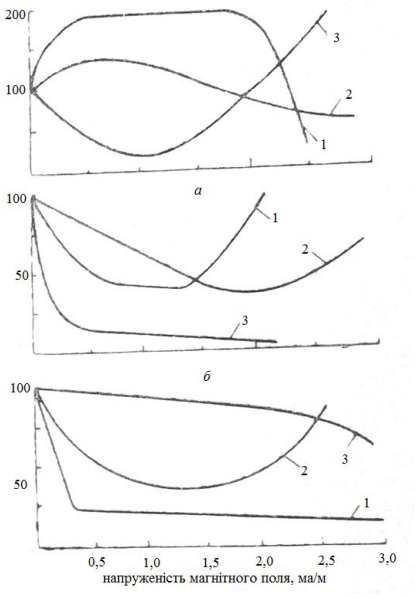


Рисунок. Вплив напруженості поля при ІМО зразків на еклетрокінетичний: *а* – потенціал; *б* – контактну різницю потенціалів; *в* – зношення.

Зниження зношення деталей: *1* – для сталі 40ХН; *2* – для швидкоріжучої сталі Р6М5; *3* – для латуні ЛЦ40МцЗЖ

УДК 629.5.002

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕМОНТНЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПЛАВУЧИХ ДОКОВ

Марецкий Вячеслав Юрьевич, студент магистратуры Херсонского филиала Национального университета имени адмирала Макарова
Рашковский Александр Саулович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии судостроения,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

С конца прошлого столетия в мировом судостроении идет ускоряющийся процесс строительства все более крупных транспортных судов, в первую очередь танкеров дедвейтом 75…150 тыс. т, контейнеровозов на 10…15 тыс. контейнеров, судов для перевозки навалочных грузов дедвейтом 100…175 тыс. т, а также круизных лайнеров. Эта тенденция в развитии современного судостроения является весьма устойчивой, поскольку экономичность строительства и эксплуатации судов возрастает по мере роста их тоннажа вследствие уменьшения строительных и эксплуатационных расходов, отнесенных к 1 т дедвейта. Поэтому в связи с ростом дедвейта и размерений морских судов в судоремонте все большее применение находят ремонтные плавучие доки большой подъемной силы [1, 2].

Наиболее востребованным современным типом ремонтного дока является композитный плавучий док большой подъемной силы, состоящий из железобетонного монолитного понтона и двух сплошных стальных башен [1, 2]. Для приема судна плавучий док погружается на определенную глубину на акватории предприятия в специально вырытый котлован. В обычной практике плавучие ремонтные доки раскрепляются на месте эксплуатации (яме погружения) с помощью специальной якорной системы, состоящей из якорей, цепей и пригрузочных массивов.

На ряде судоремонтных заводов, чтобы не сооружать на акватории специальный подводный котлован для погружения плавучего дока при приеме или спуске судна на воду, его вырывают рядом с пирсом. Это позволяет экономить затраты и время на перемещения дока к котловану и обратно к пирсу. В магистерской работе рассмотрено два варианта раскрепления ремонтного плавучего дока с помощью палов, закрепляемых на башне дока и в специальном котловане возле пирса [3].

Палы представляют собой направляющие балки, по которым скользит серьга. Палы могут быть забиты в грунт в виде куста свай. В этом случае серьга закрепляется на доке (рис. 1). Палы могут быть закреплены на доке (рис. 2). Тогда серьга закрепляется на береговом сооружении или причале.

Отличие одного способа крепления дока на палах от другого заключается в следующем.

В варианте 1 (рис. 1) к доку крепятся две серьги: одна в носовой части, другая – в кормовой. Такое крепление серьги к доку легко выполнить. Для этого требуются небольшие подкрепления корпуса на уровне стапель-палубы. Сами палы должны быть забиты в грунт на кромке ямы погружения на высоту чуть выше расположения стапель-палубы при состоянии дока порожнем. Недостатком такой схемы являются: консольное защемление палов в грунте и необходимость их забивки по месту выполнения работ. Преимуществом этой схемы является простота её внедрения.

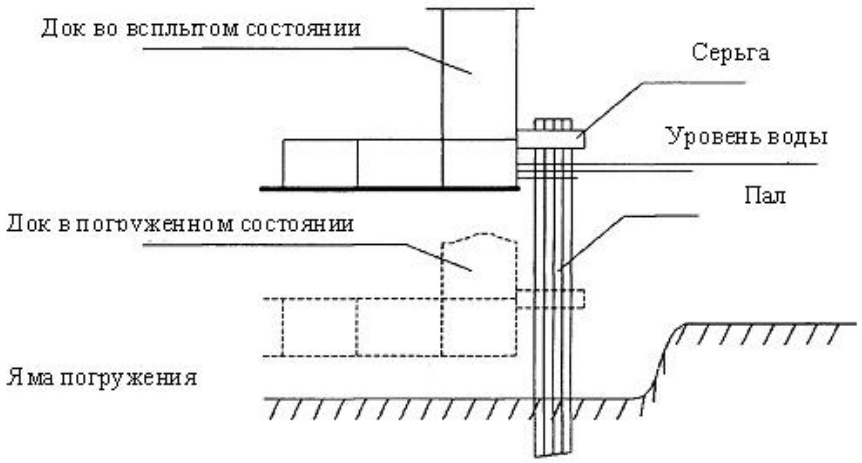


Рис. 1. Схема крепления палов и всплытия дока по варианту 1.

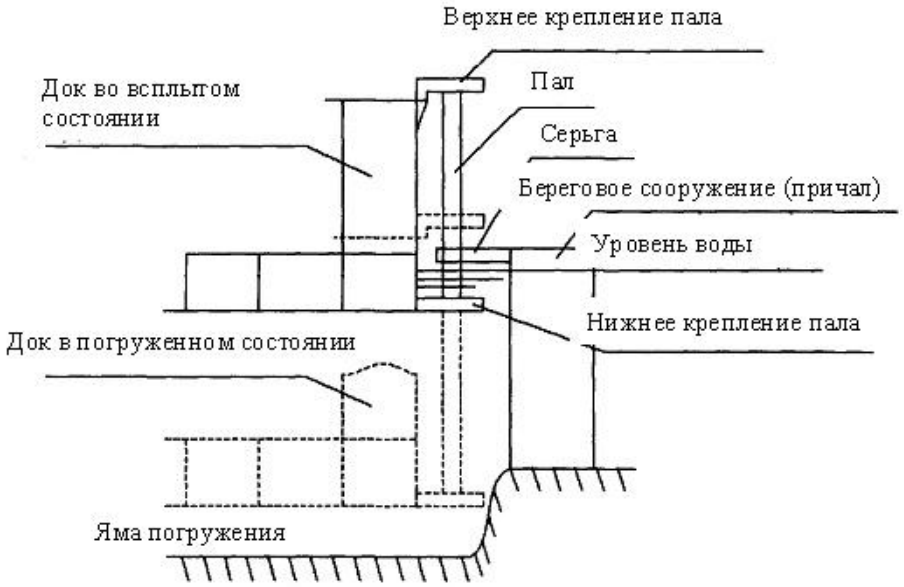


Рис. 2. Схема крепления палов и всплытия дока по варианту 2

В варианте 2 (рис. 2) к доку крепятся два пала, один в носовой части, другой – в кормовой. Серьги крепятся на береговых сооружениях, выполненных на границе ямы погружения дока. Серьга располагается над водой и имеет определенную конструктивную высоту. Минимальный надводный борт дока по «Правилам…» Регистра составляет 1 м, т. е. от уровня воды до топ-палубы расстояние всего 1 м [4, 5]. Учитывая это, закрепить верхний конец пала к топ-палубе обычно не представляется возможным. Приходится изготавливать верхний фундамент крепления пала выше топ-палубы. Нижний фундамент крепления пала лучше всего соединять с днищем, поскольку район стапель-палубы в грузу и порожнем меняет своё отстояние от воды и закрепленный к ним фундамент может упереться в нижний край серьги при всплытии дока порожнем. Либо необходимо поднимать пал значительно выше топ-палубы. Этот вариант крепления дока применяется в том случае, когда возле ямы погружения дока имеются береговые сооружения. Недостатком такого варианта крепления является необходимость установки на доке тяжелых фундаментов и подкреплений для верхнего и нижнего конца пала. Преимуществом является – двухопорное защемление концов палов, что делает их конструкцию более ажурной и упрощает конструкцию серьги. Все это приводит к уменьшению затрат материалов. Кроме того, подавляющая часть работ может быть выполненена в условиях завода-строителя дока.

Для определения размеров конструктивных элементов устройства для раскрепления дока к пирсу в магистерской работе рассмотрены действующие нагрузки, разработаны расчетные схемы и произведен расчет прочности пала и серьги.

Литература

1. **Слуцкий Н.Г.** Экономическая эффективность строительства и эксплуатации композитных плавучих доков большой подъемной силы [Текст] / Н.Г. Слуцкий, А.С. Рашковский, Д.В. Ермаков // Зб. наук. праць «Економіка: проблеми теорії та практики». – Дніпропетровськ: ДНУ, 2007. – Вип.. 232. – Т. III – С. 614–621.

2. **Рашковский А.С.** Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков большой подъемной силы: монография [Текст] / А.С. Рашковский, Н.Г. Слуцкий, В.Н. Коннов, А.В. Щедролосев, А.Н. Узлов. Под ред. Проф. Рашковского А.С. – Николаев: Изд-во «Атолл», 2008. – 382 с.

3. **Слуцкий Н.Г.** Разработка устройства для подвижной фиксации плавучего дока возле пирса [Текст] / Н.Г. Слуцкий // Научно-теоретический и практический журнал «Современный научный вестник». Серия: Информатика, Математика, Физика, Техника. – Белгород: Руснаучкнига, 2009. - № 18 (74). – С. 50-55.

4. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства. Том 1. [Текст] – СПб: РМРС, 200 7 . – 504 с. Т 2. – СПб: РМРС, 200 7 .– 680 с.

5. Правила постройки корпусов судов и плавучих сооружений с применением железобетона. Регістр судноплавства України [Текст] – К.: Регістр судноплавства України, 2007. – 120 с.

УДК 629.5.002

К РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПОНТОНА КОМПОЗИТНОГО ПЛАВУЧЕГО ДОКА

***Брага Андрей Федорович**, студент магистратуры Херсонского филиала Национального университета имени адмирала Макарова*
***Рашковский Александр Саулович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии судостроения,*
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Современные композитные плавучие доки отечественной постройки, у которых понтон железобетонный, а башни – стальные, имеют существенные отличия от зарубежных. Эти отличия проявляются в особенностях конструкции понтонов, плоские элементы которых имеют значительно меньшую толщину. Это связано с тем, что расчет железобетонных конструк-ций за рубежом основывается на строительных нормах, согласно которым каждый элемент конструкции работает самостоятельно и передает на соседний элемент только нагрузку от давления [1]. В соответствии с [2] расчет прочности при изгибе железобетонных конструкций отечественных доков выполнен с учетом совместной работы набора с присоединенным пояском обшивки (плиты). Учет присоединенных поясков в работе набора при его изгибе позволяет существенно уменьшить толщину железобетонных конструкций с минимальным использованием стали (арматуры) и не применять дополнительные подкрепления что обеспечивает создание экономичной конструкции понтона даже при использовании достаточно грубых расчетных схем. Особенностью конструкций понтонов отечественных доков грузоподъемностью более 8000 т является то, что, используя лучшую работу железобетона на устойчивость при сжатии, на каждом шпангоуте вместо балок устанавливают поперечные переборки. Это позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики дока, так как в таком случае обеспечивается более свободное размещение кильблоков и клеток на его стапель-палубе.

Проверку прочности дока при общем продольном изгибе выполняют в наиболее опасных сечениях по его длине, т. е. в районе действия максимальных изгибающих моментов и перерезывающих сил, а также в местах изменения размеров и армирования связей, включенных в расчетное поперечное сечение. В соответствии с требованиями [7] расчетный изгибающий момент М, кН·м, определяют по формуле

$$M = -0{,}125\mathrm{q}\Delta\mathrm{l}_{\mathrm{сп}}\left(1 - \frac{3\varphi - 1}{2\varphi} * \frac{L_{\mathrm{c}}}{L_{\mathrm{сп}}}\right) \qquad (1)$$

где Δ − максимальная грузоподъемность дока, т; q = gΔ/L_c − средняя величина погонной доковой нагрузки, кН/м; L_c и $L_{сп}$ длина докуемого судна и стапель-палубы дока соответственно, м; g = 9,8 м/с^2 – ускорение свободного падения; φ − коэффициент полноты эпюры доковой массы, значение которого принимается в зависимости от типа докуемого судна и расположения машинного отделения [3], а также его длины.

При расчетах изгибающего момента М по формуле (1) длину L_c самого короткого судна принимают равной 0,9$L_{сп}$, а самого длинного − 1,3$L_{сп}$. К тому же следует иметь в виду, что при постановке в док длинного судна (L_c >$L_{сп}$) док испытывает перегиб и продольные связи понтона сжимаются, а при постановке короткого док испытывает прогиб, при котором продольные связи понтона растягиваются. Поэтому при расчетах продольной прочности дока в первую оче- редь следует рассматривать наиболее опасный случай – растяжение продольных связей понтона. Для определения продольных усилий и нормальных напряжений в опасных сечениях, где действует максимальный изгибающий момент, и в районе сращивания понтонов геометрические характеристики эквивалентного бруса рассчитывают без учета растяжения бетона (при прогибе дока) и с учетом сжатия бетона дока (при перегибе дока). При этом арматуру включают в поперечное сечение своей полной площадью, а бетон – условной площадью $F_б$, определяемой уменьшением реальной умножением на отношение модуля упругости бетона $E_б$ к модулю упругости стали E_c . Проверку прочности продольных связей корпуса железобетонного понтона от общего продольного изгиба дока выполняют по условию

$$\frac{N_p}{N} \gg k \qquad (2)$$

где N_p – расчетная разрушающая продольная сила в сечении, пропорциональная пределу текучести материала арматуры $R_{ен}$ и определяемая с учетом местного изгиба по зависимостям, приведенным в [4]; N – продольная сила в арматуре днища железобетонной плиты понтона; k – коэффициент запаса, значение которого принимается по работе [4].

Продольную силу в арматуре N в условии (2) определяют по формуле, полученной на основании технической теории изгиба балок,

$$N = \frac{M}{W} \cdot F_a \qquad (3)$$

где M – изгибающий момент, рассчитанный по (1); W – момент сопротивления эквивалентного бруса днища понтона; F_a – площадь сечения арматуры продольного направления в днище понтона. Расчетный продольный изгибающий момент M в кН·м при перегоне дока к месту эксплуатации в соответствии с [3] определяют, как

$$M = 5{,}03 k_w h_p B L_{\text{сп}}^2 \qquad (4)$$

где k_w – коэффициент волнового изгибающего момента; h_p – расчетная высота волны, м; B – ширина дока, м.

К обязательным расчетам следует отнести так же оценку прочности на изгиб плит стапель-палубы и днища понтона при действии на них равномерного давления. Расчетная схема для такой конструкции представлена на рис. 2. Рис. 2. Расчетная схема плит понтона дока

Выводы.

1. Использованная при расчетах прочности плит стапель-палубы и днища схема, уточненная по сравнению с применяемыми ранее и учитывающая работу арматуры обоих направлений, позволила оптимизировать толщину железобетонных конструкций понтона дока.

2. Полученные результаты расчетов напряженного состояния в плитах железобетонного понтона дока подъемной силой 25000 т дают основание утверждать, что примененная арматура диаметром 30 и 32 мм с бетоном класса В-50 обеспечивает запас прочности, значительно превышающий нормативный. Поэтому целесообразно уменьшить диаметры арматуры, что обеспечит снижение металлоемкости железобетонных конструкций понтона и, соответственно, себестоимость дока.

Литература

1. **Синцов Г. М.** Конструкция и прочность железобетонных судов [Текст] / Г. М. Синцов и др. – Л.: Судостроение, 1969. – 215 с.

2. Правила постройки корпусов судов и плавучих сооружений с применением железобетона [Текст]. – К.: Регістр судноплавства України, 2007. – 120 с.

3. Правила класифікації та побудови морських суден [Текст]. – К.: Регістр судноплавства України, 2002. – Т. 1. – 362 с.

4. **Коростылев Л.И.** Расчет прочности железобетонных конструкций понтона композитного плавучего дока методом конечных элементов [Текст] / Л. И. Коростылев, С. Ю. Клименков, Н. Г. Слуцкий // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2009. – № 5. – С. 19–25.

УДК 629.5.002

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОМПОЗИТНЫХ ПЛАВУЧИХ ДОКОВ

Кохан Елена Петрова, *студентка магистратуры Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова*

Рашковский Александр Саулович, *доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии судостроения,*

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Производство композитных плавучих сооружений – это совокупность взаимосвязанных процессов подготовки производства, технологии и организации строительства. Укрупнено производство представляет совокупность следующих групп процессов: подготовка производства; непосредственно производство композитных плавучих сооружений; испытания, сдача, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Для минимизации материальных и трудовых ресурсов и продолжительности строительства различных плавучих сооружений в судостроении проводится специальная подготовка производства. В связи со спецификой применяемых материалов и технологии строительства композитных плавучих сооружений подготовка производства занимает продолжительное время, соизмеримое с продолжительностью строительства самих сооружений.

Подготовка производства в судостроении представляет собой комплексную систему, обеспечивающую готовность завода к выполнению программы строительства заказов высшей категории качества с заданными технико-экономическими показателями в установленные сроки [1, 2]. Качественная подготовка производства существенно влияет на своевременное с минимальными затратами строительство сооружений.

В последние годы осваивается строительство различных композитных плавучих сооружений – плавучие доки. понтоны. плавучие гостиницы и рестораны, плавучие мастерские, дебаркадеры и др. [3, 4].

Для успешного строительства композитных плавучих сооружений различных размерений, целевого назначения и степени сложности необходимо совершенствование подготовки производства, технологии, организации и качества выпускаемой продукции.

При строительстве композитных плавучих доков на ХГЗ «Паллада» существовали только отдельные виды подготовки производства (технологическая и материально-техническая). В результате проведенных анализа и разработок предложена система комплексной подготовки судостроительного производства, представляющая собой совокупность взаимосвязанных процессов конструкторского, технологического, материально-технического, организационного, кадрового и экономического характера, направленных на создание и промышленное освоение доков различной подъемной силы (от 8500 т до 50000 т) с заданным объемом выпуска и уровнем качества в установленные сроки при наименьших материальных, трудовых и финансовых затратах [5].

Применительно к строительству композитных плавучих доков система комплексной подготовки, охватывает все виды судостроительного производства и обеспечивает наличие на заводе конструкторских, технологических и организационно-технических документов, сооружений и коммуникаций, подъемно-транспортного оборудования, средств технологического оснащения (СТО), квалифицированных кадров рабочих и инженерно-технического персонала, специализированных производственных подразделений, осуществляющих строительство композитных плавучих доков различных назначений, размерений и подъемной силы [5–7].

Конструкторская подготовка производства (КПП) представляет собой разработку проектных конструкторских документов, ведомостей заказа материалов и оборудования, принципиальной технологии и организации строительства композитных плавучих доков. Выпуск конструкторских рабочих документов в КПП осуществляется контрагентом – конструкторской организацией.

Технологическая подготовка производства (ТПП) обеспечивает технологическую готовность завода к строительству композитных плавучих доков, а также заданный рост технического уровня производства.

Материально-техническая подготовка производства (МТПП) обеспечивает строительство композитных плавучих доков необходимыми материалами и комплектующими изделиями в соответствии с заказными ведомостями, запланированными объемами и сроками договорных поставок с учетом выполнения собственных работ.

Организационная подготовка производства (ОПП) включает согласованные коллективные действия работников завода, направленные на строительство композитных плавучих докв с заданным уровнем качества при минимальных трудовых и материальных ресурсах. В этом виде подготовки разрабатываются организационно-технологические документы, генеральный и каскадный графики строительства плавучих доков.

Подготовка кадров (ПК) обеспечивает строительство плавучих доков необходимыми кадрами рабочих и инженерно-технических работников путем их подготовки или переподготовки и повышения квалификации.

Экономическая подготовка производства (ЭПП) включает разработку экономически эффективных процессов и решений, обеспечивающих сокращение сроков строительства плавучихдоков, снижение трудовых и материальных затрат без ущерба качества продукции с сохранением заданных технико-экономических показателей.

Проведенный анализ позволил определить распределение трудоемкости работ по отдельным видам комплексной системы подготовки производства при строительстве композитных плавучих доков на ХГЗ «Паллада» (рис. 1).

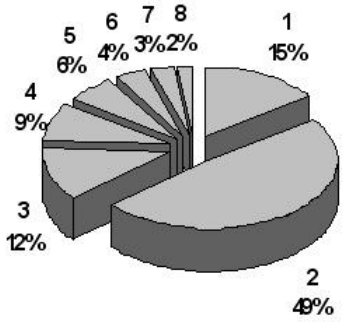


Рис. 1. Распределение трудоёмкости работ по комплексной подготовке судостроительного производства при строительстве композитных плавучих доков на ХГЗ «Паллада»

1 Конструкторская 2 Технологическая 3 Материально-техническая 4 Организационная 5 Техническое перевооружение 6 Подготовка кадров 7 Экономическая 8 Социально-психологическая

Самый большой объем работ приходится на технологическую подготовку производства. Единичный или мелкосерийный характер производства создает необходимость выполнять работы по технологической подготовке производства в каждом производственном цикле. В этих условиях особое значение для сокращения сроков строительства плавучих доков, а также снижения их себестоимости, приобретает совершенствование технологической и организационной подготовки производства [6].

В результате анализа ряда элементов ТПП – системы документооборота, состава документов и их взаимосвязи определены виды основных работ технологической подготовки производства верфи. Показаны пути совершенствования судостроительного производства для строительства композитных плавучих сооружений при наименьших материальных, трудовых и финансовых затратах на примере строительства композитных плавучих доков, строящихся на ХГЗ «Паллада».

Литература

1. **Арью А.Р.** Комплексная подготовка производства в судостроении [Текст] / А.Л. Арью. – Л.: Судостроение,1988. – 336с.

2. **Риммер А.И.** Подготовка производства в судостроении [Текст] / А.И. Риммер. – Л.: Судостроение, 1976. – 252 с.

3. **Слуцкий Н Г.** Строительство железобетонных плавучих сооружений в Украине [Текст] / Н.Г. Слуцкий, В.Ф. Маломан, А.С. Рашковский. // Рыбное хозяйство Украины. Специальный выпуск «Морские технологии: проблемы и решения - 2004» – Керчь: КМТИ, 2004. - № 7. – С. 11-14.

4. **Слуцкий Н.Г.** Состояние и перспективы строительства композитных плавучих сооружений [Текст] / Н.Г. Слуцкий // Материалы международной научно-технической конференции «Безопасность мореплавания и ее обеспечение при проектировании и постройке судов» (БМС-2004). – Николаев: НУК, 2004. – С.85-87.

5. **Рашковский А.С**. Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков большой подъемной силы: монография [Текст] / А.С. Рашковский, Н.Г. Слуцкий, В.Н. Коннов, А.В. Щедролосев, А.Н. Узлов, под общ. ред. Проф. Рашковского А.С. – Николаев: РАЛ-полиграфия, 2008. – 614 с.

6. **Слуцкий Н.Г.** Управление организационно-технологической подготовкой строительства композитных плавучих сооружений [Текст] / Н.Г. Слуцкий // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2005. - № 4 (403). – С. 137-144.

7. **Нейман В.М**. Функциональный подход к моделированию организационно-технологической подготовки производства в судостроении [Текст] / В.М. Нейман // Рыбное хозяйство Украины. Специальный выпуск «Морские технологии: проблемы и решения - 2004» – Керчь: КМТИ, 2004, - № 7. – С. 8-11.

8. **Нейман В.М.** Обеспечение качества строительства композитных плавучих доков [Текст] / В.М. Нейман // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2017. - № 1. – С. 3-9.

9. **Рашковский, А.С.** Совершенствование конструкции ремонтных плавучих доков [Текст] / А.С. Рашковский, Н.В. Цыкало, А.В. Щедролосев. // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2016. – № 1. – С.11–18.

10. **Рашковский А.С.,** Специфика подготовки производства для строительства композитных и железобетонных плавучих сооружений [Текст] / А.С. Рашковский, Н.В. Цыкало, А.В. Щедролосев. // Международный журнал об инновациях в судостроении «Судостроение и морская инфраструктура». – Николаев: НУК, 2015. – № 2. – С. 121–131.

УДК 629.5.002

К ВОПРОСУ О СПУСКЕ СУДОВ НА ВОДУ НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ Г.НИКОЛАЕВА

Автор: ***Гринько Яна Геннадиевна****, студентка магистранры Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова.*

Гринько Юлия Геннадиевна*, студентка магистратуры Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова.*

Воленюк Людмила Сергеевна*, ассистент кафедры технологии судостроения Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова*

На ряде отечественных судостроительных заводов строительство судов осуществляется на наклонных продольных стапелях. К таким заводам относятся ГП «Николаевский судостроительный завод» и Николаевская верфь «Smart Meritime Groop». В последние годы в связи с отсутствием заказов и поэтому не загруженностью стапелей им не уделялось должного внимания, а для их восстановления требуются большие капитальные затраты.

В процессе строительства судов применяется несколько способов их спуска на воду. Условно спуски делят на две группы: управляемые и неуправляемые. К управляемым видам относятся спуск всплытием и механизированный, к неуправляемым - спуск под действием собственной силы тяжести. Спуск судна с

наклонных продольных стапелей является неуправляемым. К основным недостаткам спуска судов на воду с таких стапелей следует отнести:

невозможность управления процессом спуска;

необходимость значительного количества древесины для ремонта спусковых дорожек и спусковых устройств;

необходимость применения сложного и дорогостоящего спускового устройства;

продолжительная подготовка спускового устройства и высокая трудоемкость его монтажа;

сложность пересадки судна с опорных устройств на спусковые;

высокая трудоемкость подготовки стапеля, в частности, приготовления и нанесения насалки на спусковые дорожки;

загрязнение акватории завода жировыми составляющими насалки и элементами спусковых устройств;

сложность сбора и подъема элементов спускового устройства на предстапельную площадку после спуска судна и др.

Многие из перечисленных недостатков можно избежать, применив для спуска судов пневматические баллоны. Этот способ позволяет упростить подготовительные процессы и технологию спуска судна, многократно использовать баллоны и значительно снизить эксплуатационные расходы. Данный способ является экологически чистым и позволяет регулировать скорость спуска судна, что обеспечивает надежность и безопасность процесса. Одним из существенных преимуществ такого спуска судов является невысокие требования к поверхности стапеля (металл, бетон, дерево, мелкий щебень, песок), что позволяет сэкономить средства на реконструкцию построечного места.

В настоящее время наклонные продольные стапеля этих заводов практически не пригодны для традиционного спуска судов. Основными дефектами стапелей являются:

прогрессирующая коррозия металлических конструкций и постепенное разрушение стапельной плиты;

полное отсутствие на ряде стапелей или значительное разрушение деревянных настилов спусковых дорожек.

Восстановление стапелей для обеспечения традиционного спуска судов на воду требует значительных средств и времени.

Применение для спуска судов на воду пневматических баллонов не требует капитального ремонта стапеля и деревянного покрытия спусковых дорожек, вложения больших средств и значительной затраты времени. Для этого необходимо создать плоскую поверхность наклонного стапеля. Такую поверхность можно получить двумя путями: срубив спусковые дорожки заподлицо со стапельной плитой и выровнять ее или установить проставки между существующими спусковыми дорожками стапеля. Проставки могут быть цельнометаллическими конструкции или облегченные железобетонные. Масса проставок должна соответствовать грузоподъемности кранового оборудования стапеля и выдерживать действующие на них нагрузки. По предварительным расчетам железобетонные проставки значительно дешевле стальных. Пересадка судна с опорных устройств на пневматические баллоны может быть осуществлена так же с помощью баллонов, а спуск судна со стапеля на воду сведется к его перекатыванию на них.

Применение пневматических баллонов для спуска судов и железобетонных проставок позволит в 2,5…3 раза сократить расходы на ремонт стапеля и традиционных спусковых устройств.

Литература

1. **Загайкевич Д.Н.** Продольный спуск судов [Текст] / Д.Н. Загайкевич - Л.: Судпромгиз,1959. - 239 с.
2. **Кудрюмов А.А.** Спуск судов [Текст] / А.А. Кудрюмов, Ю.П. Белявин Ю.П., А.А. Гайсенок и др. - Л.: Темплан,1966. - 416 с. Режим доступа: http://www.marineairbag.com/products/marine_airbag/index.html?gclid-=CIHm8auj0aECFQUgZwodPXYsIg
3. Режим доступа: http://www.qingdaoyongtai.com/en/
4. **Рашковский А. С.** Вдосконалення спуску суден зі стапеля «0» ПАТ «Чорноморський суднобудівний завод» [Електронний ресурс]. Електронне видання «Вісник Національного університету кораблебудування» / А.С. Рашковский, Л.С. Смирнова. – Миколаїв: НУК, 2011.– №5. – Режим доступа: http://ev.nuos.edu.ua.
5. **Рашковский А.С.** Исследования по созданию плоской поверхности продольных наклонных стапелей для спуска судов на пневматических баллонах [Текст] / А.С. Рашковский, Л.С. Смирнова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2013. – № 1. – С. 11–15.

УДК 629.5.002

РІЗНОВИДИ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ПЛАВУЧИХ ДОКІВ

***Ухо Володимир Сергійович**, старший викладач кафедри технології суднобудування, НУК, vo.rod94@gmail.com*
***Жилін Андрій Владиславович**, магістрант гр.5118, НУК*

Плавучий док (плавдок) – судноремонтна споруда технічного флоту, що призначена для підйому з води суден, що знаходяться на плаву, їх ремонту (або транспортування) та спуску на воду.

На сьогодні існують самохідні плавдоки (якщо вони здатні пересуватися по водній поверхні без допомоги буксиру, та несамохідні. Найчастіше плавучі доки мають форму прямокутного горизонтального понтону з однією, двома або трьома вертикальними стінками, що утворюють водонепроникну конструкцію. Понтон забезпечую занурення та підйом судна з води, поздовжні башти – загальну поздовжню міцність. Плавдок оснащений системою насосів та клапанів, які шляхом прийому та відкачування води з баластних цистерн, розташованих всередині понтону та башт, дозволяють доку затоплюватись та спливати разом з судном.

За призначенням плавдоки поділяються на:

1) ремонті – мають розвинені засоби механізації та призначені для виконання ремонтних робіт на суднах, що докуються;
2) передаточні – оснащенні рельсовими шляхами та призначені для передачі суден, або інших споруд з берегу у акваторію;
3) транспортні – призначені для транспортування суден та інших плавучих споруд через акваторії.

Сучасні умови суднобудування та судноремонту вимагають наявності на кожному підприємстві хоча б одного плавдоку та його уніфікації для завдань різного призначення.

Література:

1. **Плавучий док** [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – 2018. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Плавучий_док. - Заголовок с экрана.

УДК 629.5.002

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДНОПОГЛИБЛЮВАЛЬНОГО ФЛОТУ УКРАЇНИ

***Ухо Володимир Сергійович**, старший викладач кафедри технології суднобудування, НУК, vo.rod94@gmail.com*
***Кисіль Галина Петрівна**, магістрант гр.5118, НУК*

Розвиток аграрного комплексу України призводить до збільшення об’ємів переробки та перевезення зерна та інших аграрних культур. В свою чергу, через збільшення кількості та тоннажності автодорожнього транспорту, технічний стан головних автомагістралей України, особливо у південному регіоні, погіршується з кожним роком. Разом з цим, на півдні України знаходиться значна кількість крупних річок, які все частіше починають використовуватись у якості судноплавних шляхів. При цьому, для відродження річок як транспортних артерій, необхідне завчасне та регулярне їх днопоглиблення та обслуговування. Вже зараз, через відсутність належних глибин на річках судна вимушені ходити не дозавантаженими.

За класифікацією Регістру судноплавства України суднами вважаються самохідні або несамохідні плавучі споруди, що використовується в цілях судноплавства, у тому числі судна змішаного (річка-море) плавання, пороми, вонботи, днопоглиблювальні й дноочисні снаряди,плавучі крани, населені підводні апарати і глибоководні водолазні комплекси, плавучі бурові установки тощо.

Днопоглиблювальне судно (англ. Dredger) - самохідне або несамохідне судно, змішаного плавання «річка-море» призначене для перевезення сипучих вантажів (пульпа; різні грунти і колоті тверді породи, пісок, гравій), призначене для виїмки і видалення ґрунту з дна водойм, поглиблення фарватерів, каналів, рейдів та інших районів моря та річок з метою забезпечення безпечної навігації суден [1].

Днопоглиблювальні снаряди (робочий орган), якими обладнано днопоглиблювальне судно, за способом виїмки грунту ділять на :

- землечерпальні снаряди (одно- і багатоковшеві);
- землесосні снаряди.

За способом транспортування грунту на місце укладання днопоглиблювальні судна поділяються на:

- Самовідвізні;

- Шаландові (звалювати грунт в грунтовідвізні шаланди);
- Рефулерні (видаляють грунт у вигляді пульпи по ґрунтопроводу).

Часто днопоглиблювальні суда працюють разом із допоміжними суднами (буксирами, промірними катерами, плавучими ґрунтопроводами і ін.), забезпечуючи проведення днопоглиблювальних робіт на певній акваторії. Такий комплекс судів називається днопоглиблювальних караваном.

Морський земснаряд (рос. *морской земснаряд*, англ. *marine dredge*, нім. *Seekettenschwimmbagger m*) – морське спеціалізоване судно, обладнане пристроями для виймання донних порід, відмінне від морських драг в основному відсутністю на борту засобів збагачення корисних копалин. Використовують при підводному видобутку корисних копалин, як правило, тих, що не вимагають збагачення, днопоглиблювальних роботах тощо [2].

Види розроблюваних ґрунтів:

- мулистий ґрунт;
- глина, пісок;
- скельний грунт.

Глибини розробки - до 15 метрів.

Розпушений мулистий грунт засмоктується земснарядом і по трубах переміщається на спеціально відведені майданчики або на баржі. Скельний ґрунт руйнується гідравлічним молотом. Уламки скельного грунту захоплюються ковшем і вантажаться на пришвартовану баржу.

Днопоглиблювальні суда дозволять поглибити Дніпро, Південний Буг, а також акваторії портів та терміналів до тих глибин, які необхідні для ефективної роботи флоту.

Література:

1. **Дноуглубительное судно** [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – 2018. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дноуглубительное_судно. - Заголовок с экрана.
2. **Морський земснаряд** [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – 2018. – Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Морський_земснаряд. - Заголовок с экрана.

УДК 629.5.002

СУЧАСНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ СУДЕН ВІД КОРОЗІЇ

***Ухо Володимир Сергійович**, старший викладач кафедри технології суднобудування, НУК, vo.rod94@gmail.com*
***Ковтун Микола Олегович**., магістрант гр.5118, НУК*

Досвід суднобудування і ремонту судів показує, що найбільш корозійними конструкціями у складі корпусу є бортові та днищові баластні танки [1]. Це пов'язано з тим, що при міжрейсових переходах судно набирає необхідний об'єм баласту, для збереження морехідних якостей, з акваторії в якій воно перебуває, тим самим заповнюючи баластні танки водою різної солоності і температури. Активна корозія призводить до великих витрат при черговому ремонті.

У зв'язку з вище зазначеним був розроблений і активно впроваджується новий стандарт якості захисних покриттів [2], спеціально призначених для забортної води баластних танків і приміщень подвійного борту на судах усіх типів. Відповідно до цього стандарту можливість забезпечення цільового терміну експлуатації системи покриття залежить від типу системи покриття, підготовки сталі, нанесення, а також перевірки і технічного обслуговування покриття. Перевірка підготовки поверхні і процесів нанесення покриття повинна узгоджуватися між власником судна, заводом та виробником лакофарбового покриття.

Якість покриття може бути підвищена шляхом прийняття на стадії проектування судна таких заходів, як зменшення числа раковин, використання прокатних профілів, уникнення складних геометричних конфігурацій і забезпечення того, щоб конфігурація конструкції давала легкий доступ до інструментів, а також полегшувала очищення, дренаж і сушку приміщення, в якому наноситься покриття.

Справжній Стандарт базується на специфікаціях і вимогах, призначених для забезпечення цільового терміну експлуатації судна - 15 років, що вважається періодом часу з первинного нанесення покриття, впродовж якого система покриття, як передбачається, залишатиметься у «Хорошому» стані.

Також Стандарт обумовлює наявність як мінімум двох тонких шарів та двох шарів, нанесених розпилюванням. Поверхнева температура сталі, відносна вологість і точка роси мають бути виміряні і зареєстровані до початку процесу струминного очищення і у разі раптової зміни погодних умов. Поверхня сталевих листів має бути перевірена відносно розчинних солей, олії, мастила та інших забрудників. В процесі нанесення заводської грунтовки повинна контролюватися чистота сталевої поверхні. Після завершення складання блоку і до початку вторинної підготовки поверхні має бути виконана візуальна перевірка обробки

сталевої поверхні, включаючи обробку кромок. Олія, мастило або інші видимі забрудники мають бути видалені.

Література:

1. **Shipbuilding and Repair Quality Standard,** [Стандарт] / IACS Rec. 1996/ Rev.1 1999. – 62л.
2. **PSPC,** Painting Requirement Standard [Стандарт] / 2005. – 35 л.

УДК 629.5.002

АНАЛИЗ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА ПРИ СПУСКЕ С ПРОДОЛЬНОГО НАКЛОННОГО СТАПЕЛЯ

***Шаповалов Константин Александрович**, студент магистратуры Национального университета имени адмирала Макарова*

В судостроении известны следующие виды спуска судов на воду: спуск всплытием, механизированный, под действием собственной силы тяжести. Наиболее сложным считается спуск судна с продольного наклонного стапеля, поскольку он является неуправляемым. Чтобы осуществить спуск судна на воду, под его корпусом на стапеле устанавливают специальные сложные спусковые устройства. К основным недостаткам данного способа спуска судна можно отнести: необходимость применение большого числа металлоконструкций в виде спусковых полозьев, деталей их крепления к корпусу и большого количества древесины для спусковых дорожек и в составе спусковых устройств; невозможность управления процессом спуска; продолжительная подготовка спускового устройства и высокая трудоемкость его монтажа; сложность пересадки судна с опорных устройств на спусковые; высокая трудоемкость подготовки стапеля, в частности, приготовления и нанесения насалки на спусковые дорожки; загрязнение акватории завода жировыми составляющими насалки; сложность демонтажа спускового устройства, сбора и подъема его элементов на предстапельную площадку после спуска судна и др.

В процессе спуска судна на воду с продольного наклонного стапеля действующие силы изменяются, поэтому спуск условно разделяют на четыре периода. Наиболее опасным является третий период, в котором возможно опрокидывание – вращение вокруг порога стапеля или всплытие, а в носовой части корпуса могут возникнуть большие сосредоточенные усилия – баксовое давление (разность суммы весов судна и спускового устройства и появившейся силы плавучести) [1, 2].

Выходом из сложившейся ситуации может послужить новый способ спуска судов – спуск на пневматических баллонах, представляющий собой движение судна в воду на специальных вращающихся баллонах [3, 4].

Применение этого способа позволяет сэкономить средства на изготовление и монтаж спусковых устройств, упростить подготовительные работы, связанные с технологическим процессом спуска, ликвидировать загрязнение акватории завода. Для проведения спуска таким способом достаточно создать плоскую наклонную поверхность стапеля из бетона, мелкого щебня или крупного песка, деревянных брусьев [4, 5]. На большинстве современных судов машинное отделение и надстройка расположены в кормовой части судна. Поэтому в третьем периоде спуска с продольного наклонного стапеля возможно опрокидывание судна, прыжок и удар о порог стапеля.

В магистерской работе на примере конкретного судна - танкера грузоподъемностью 59610 т проведен анализ способов спуска на пневматических баллонах на предмет возможности его опрокидывания. Выполнен расчет спуска судна на традиционном спусковом устройстве и на пневматических баллонах. Для обоих случаев построена диаграмма спуска (рис. 1).

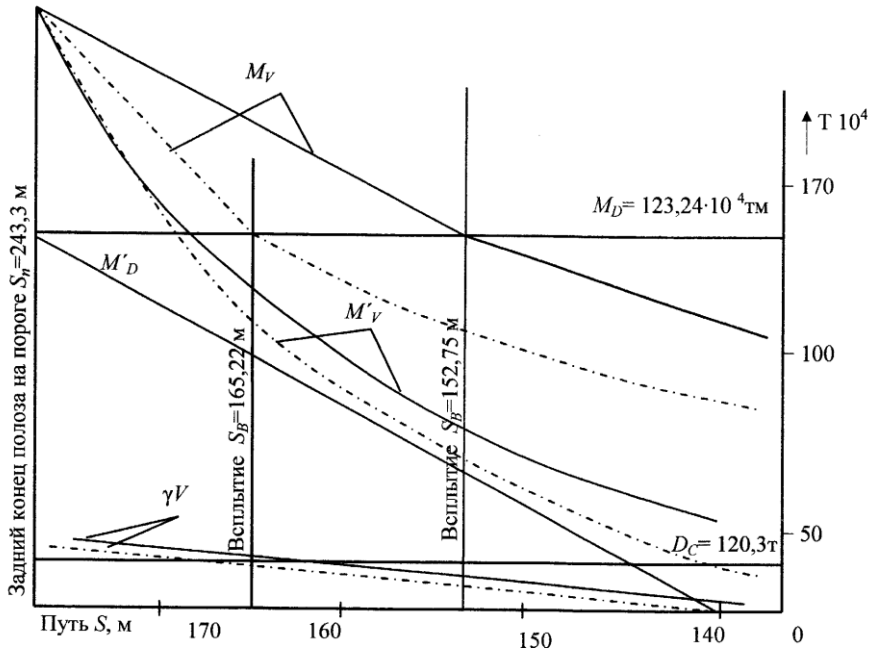


Рис.1. Диаграмма спуска судна традиционным способом и на пневматических баллонах:

S - путь, пройденный судном в третьем периоде спуска; M_D - момент силы веса относительно заднего конца полозьев; M_V - момент силы плавучести относительно заднего конца полозьев; M'_D - момент силы веса относительно порога; M'_V - момент силы плавучести относительно порога

По полученным результатам проведен сравнительный анализ, показавший, что при спуске судна на пневматических баллонах всплытие наступает раньше, опрокидывание и прыжок отсутствуют. Однако появляющаяся дополнительная плавучесть от баллонов увеличивает баксовое давление, но в пределах допускаемого.

Литература

1. Основы технологии судостроения: учебник. [Текст] / В.Л. Александров, Г.В. Бавыкин, А.В. Догадин, А.С. Рашковский, В.Ф. Соколов, под .бщ. ред. проф Соколова В.Ф. – С-Пб.: Судостроение, 1995. – 400с.

2**. А. А. Курдюмов, В. В. Козляков, В. Ю. Лейзерман и В. Ф. Соколов**. Спуск судов. [Текст] / А. А. Курдюмов, В. В. Козляков, В.Ю. Лейзерман, В.Ф. Соколов. – Л.: «Судостроение», 1969. – 416с.

3. **Qian S**. Measurement and research on ship pitch change during process of ship launching by gasbag [Text] / S. Qian, Y. Mao and X. Sun, // *Ship & Boat* 6 (2008), 013.

4. **Рашковский А. С.** Вдосконалення спуску суден зі стапеля «0» ПАТ «Чорноморський суднобудівний завод» / А. С. Рашковский, Л. С. Смирнова // [Електронний ресурс]. Електронне видання «Вісник Національного університету кораблебудуванн» – Миколаїв: НУК, 2011.– №5. – Режим доступу: http://ev.nuos.edu.ua.

5. **Рашковский А.С.** Исследования по созданию плоской поверхности продольных наклонных стапелей для спуска судов на пневматических баллонах [Текст] / А.С. Рашковский, Л.С. Смирнова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2013. – № 1. – С. 11–15.

УДК 629.5.002

ЩОДО МОДУЛЬНОЇ КОНЦЕПЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПОБУДОВИ БАРЖ

Блюм Дмитро Юрійович, студент магістратури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

На суднобудівному заводі «Нібулон» на протязі останніх років ведеться будівництво несамохідних барж двох проектів - вантажопід'ємністю 2000 та 5000 т, шириною – 17,0 м.

В планах підприємства збільшення довжини побудовного місця до 140 м, що дасть можливість будувати судна значного більшого розміру. Так, наприклад, можно буде будувати баржі в діапазоні вантажопід'ємності від 2000 до 10000 т.

В роботі пропонується для різних проектів барж застосувати модульні принципи.

В корпусах суден виділимо функціональні блоки (ФМ) – це носові і кормові кінцевості. А в інших частинах корпусів – *n* кількість конструктивних модулів (КМ) – блоків, що залежить від розмірів суден.

Кожен КМ складається з модульних секцій (МС) – днищевої, бортової, перебірки. В основі кожної МС закладається модуль-панель (МП). МП уявляє собою вузел, який включає 1-2 листових деталей і 3-4 деталі профільного прокату одного напрямку. Попередній аналіз корпусних креслень показав, що довжина МП може знаходитись в межах *l* = 7,0-8,0 м, а її ширина – *b* = 1,5 – 2,8.

Типовий ряд МП та їх розміри залежать від багатьох факторів, головними з них є конструкція секцій та технічні можливості підприємства. Це оптимізаційна задача, яка потребує свого вирішення в наступному. Критеріями оптимізації при цьому мають бути трудоміцкість виготовлення конструкцій та їх маса.

Література:

1. **Л.Ц.Адлерштейн, Г.В.Бавікин, П.Л.Васильев и др.** Модульна постройка судов [Текс]. / Л.: Судостроение, 1983. – 320 с.

УДК 629.5.002

МОДЕРНІЗАЦІЯ СУДНА-НАВАЛОЧНИКА

***Швед Михайло Васильович**, студент магістратури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.*

В останні десятиріччя закордоном ведуться роботи з модернізації та переобладнання суден. В основі модернізації лежать вимоги класифікаційних товариств та вимоги судновласників щодо підвищення техніко-економічних показників суден.

В роботі досліджена доцільність розмірної модернізації судна-навалочника DW=68200 т, V=14,3 вузла призначеного для перевезення насипних вантажів з μ=1,4 т/м^3. Завдання стояло збільшити дедвейт судна на 20%.

Розглянуті два варіанти розмірної модернізації: одно – та двомірне збільшення судна. Обсяг робіт з модернізації залежить від багатьох чинників і насамперед від конструкції корпусу судна, його міцності, технологічних можливостей підприємства, які буде задіяно для цього.

Аналіз зазначених варіантів та попередні розрахунки засвідчили доцільність одномірної модернізації (подовження корпусу). Мета досягається збільшенням довжини судна на 23,4 м (26 шпацій), що дорівнює розміру додаткового трюму.

Модернізація може бути виконана на суднобудівному заводі «Океан» (м. Миколаїв). Для цього виготовляється зазначений блок-модуль, судно ставлять в сухий док підприємства, корпус розрізають по периметру в районі кормової перебірки трюму № 3, носова частина корпусу роздвигається, вставляють блок-модуль и проводять складальні, зварювальні роботи, трюм перевіряють на непроникливість.

Наступним етапом досліджень є розрахунок швидкості ходу судна, розрахунок остійності, перевірка загальної та місцевої міцності, посилання у разі необхідності повздовжнього набору. Визначення собівартості виготовлення блок-модуля та усіх робіт по модернізації корпусу судна.

Література:

1. **Рашковский А.С.** Технология корпусостроительных работ [Текс].: Учебник. А.С.Рашковский, А.В.Щедролосев, А.М.Фарионов и др. Николаев, НУК, 2018, - 514 с.
2. **Гундобин А.А.** Размерная модернизация и переоборудование судов [Текс].: А.А.Гундобин, Г.Н.Финкель – Л.: Судостроение, 1977 – 192 с.

СЕКЦІЯ № 2.
СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 623.584

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ – 25 РОКІВ НАУКОВОЇ, ВИРОБНИЧОЇ ТА ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Блінцов Володимир Степанович,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна
e-mail: volodymyr.blintsov@nuos.edu.ua

Науково-дослідний інститут підводної техніки (НДІ ПТ) бере свій відлік з лютого 1993 року, коли наказом ректора Миколаївського кораблебудівного інституту імені адмірала С.Й. Макарова (МКІ), доктора технічних наук, професора Александрова М.М. було створено Центр підводної техніки МКІ.

Від заснування по теперішній час діяльність НДІ ПТ зорієнтована за наступними напрямками:

- розвиток теорії проектування та експлуатації засобів океанотехніки;
- підготовка наукових та інженерних кадрів у галузі океанотехніки;
- проектування та будівництво підводних апаратів;
- морська експедиційна діяльність.

Визначальну роль у становленні НДІ ПТ у ті роки зіграли провідні доктори наук, професори університету Александров М.М., Боград В.М., Бугаєнко Б.А., Вашедченко А.М., Магула В.Е., Сліжевський М.Б., Ткаченко О.М.

Постійну увагу та вагому підтримку науковому колективу у подальші роки надавали ректори університету, професори Романовський Г.Ф. і Рижков С.С.

Підготовка наукових та інженерних кадрів з океанотехніки проводиться через докторантуру та аспірантуру НУК, а також через навчальні інститути НУК, де готуються бакалаври, спеціалісти і магістри за вказаним та спорідненими напрямками.

Прикладні наукові дослідження з океанотехніки виконуються в НДІ ПТ з залученням науковців (магістрантів, аспірантів, докторантів, кандидатів та докторів наук) з відповідних кафедр університету. Тут також виконуються проектні роботи по створенню нових засобів океанотехніки, результати яких (проектна документація) передаються до дослідного виробництва НУК, де, власне, і будуються елементи і вузли підводних апаратів та інших засобів океанотехніки.

До головних наукових результатів, отриманих в НДІ ПТ за 25 років своєї діяльності, можна віднести:

розробку теоретичних основ проектування та побудови нових високопродуктивних засобів океанотехніки – телекерованих підводних апаратів (ТПА) для виконання дослідницьких, інспекційних, аварійно-рятувальних, природоохоронних та спеціальних підводних робіт;

розробку математичних основ функціонування ТПА у квазістаціонарній та динамічній постановці як взаємодіючих у потоці води твердих і гнучких тіл в умовах невизначеності власних характеристик та нестаціонарності параметрів зовнішнього середовища;

розробку математичного та програмного забезпечення для дослідження квазістаціонарних і динамічних режимів роботи ТПА методами комп'ютерного моделювання;

розробку та експериментальну перевірку методик басейнових і морських натурних випробувань створених засобів океанотехніки;

розробку теоретичних основ автоматичного керування просторовим рухом нового засобу океанотехніки у складі «малорозмірне судно-носій – ненаселений підводний апарат-робот – кабельна лебідка» на основі застосування елементів штучного інтелекту;

створення теоретичних основ розрахунку реально досяжних проектних параметрів та експлуатаційних характеристик ТПА;

розробку теоретичних основ функціонування та створення принципово нового виду ТПА для екологічно чистого виконання днопоглиблювальних робіт;

підготовку та успішний захист 2 докторських та більше 20 кандидатських дисертацій;

утворення та успішне впровадження у навчальний процес нової для України навчальної спеціалізації 8.092201 «Електрообладнання і автоматика підводно-технічних систем і комплексів»;

видання наукових монографій та навчально-методичної літератури за науковим напрямком «Морська робототехніка».

За весь час своєї діяльності в НДІ ПТ проектовано, побудовано та передано замовникам засобів підводної робототехніки – більше 30 одиниць, поставлено на озброєння ВМС ЗС України – 3 підводних апарата, передано у підконтрольну експлуатацію до ВМС ЗС України – 1 підводний апарат.

За допомогою створених засобів підводної техніки колективом НДІ ПТ реалізовано низку нових інноваційних проектів в інтересах цивільних організацій, ВМС ЗС України та ДСНС України:

- «Природоохоронне обстеження очисних споруд причорноморських міст»; «Картографування й комплексне приладове обстеження стаціонарних морських платформ і морських трубопроводів»;
- «Обстеження причалів морських портів»;
- «Обстеження підводних частин суден на плаву за завданням Морського Регістру»;
- «Контроль стану протекторного захисту морських трубопроводів»;
- «Підкригове обстеження трубопроводів та затонулих суден»;
- «Дослідження процесів наморожування льоду на підводний газопровід у період його зимової експлуатації»;
- «Пошук екологічно небезпечних затонулих об’єктів»;
- «Природоохоронне обстеження очисних споруд»;
- «Обстеження акваторій та картографування небезпечних об'єктів»;
- «Віртуальний підводний музей України»;
- «Підводні апарати – на службі Миколаївщини»;
- «Інформаційна безпека захищених акваторій»;
- «Підводна археологія»;
- «Морська геологія»;
- «Очищення акваторій від підводних потенційно небезпечних об’єктів»;
- «Підводний апарат корабельного базування»;
- «Розміщення на морському дні спеціального обладнання»;
- «Групове застосування підводних апаратів».

За вказаний період в НДІ ПТ створено і впроваджено в морську практику низку нових технологій виконання підводних робіт на базі застосування ТПА:

- роботизованої технології обстеження гідротехнічних споруд морських та річкових портів та гідроелектростанцій;
- технології виконання роботизованих підводних морських геологічних досліджень з борту судна-носія, що лежить у дрейфі;
- технології підкригового обстеження підводних об’єктів;
- технології виконання підводних будівельних робіт в умовах сильної течії;
- роботизованої технології гуманітарного розмінування акваторій.

Це забезпечило підвищення продуктивності підводних робіт у порівнянні з традиційними водолазними технологіями у 5-7 разів та зменшення експедиційних витрат до 30-40%, а при виконанні робіт на глибинах, які перевищують водолазні забезпечило зниження експедиційних витрат до 45…50 % у порівнянні з застосуванням населених підводних апаратів (Інститут археології НАН України, Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», Головне управління ДСНС України у Миколаївській області). Всі побудовані ТПА не мають вітчизняних аналогів і відповідають сучасним світовим тенденціям розвитку океанотехніки, а ТПА проектів «Арго-Буй», «ЕГІР» та «КНПА» за призначенням і технічними характеристиками не мають світових аналогів.

На цей час, незважаючи на світову кризу, колектив НДІ ПТ напружено працює над низкою проектів зі створення нових зразків підводної робототехніки в інтересах організацій України та за замовленнями зарубіжних компаній.

Висновок. Науково-дослідний інститут підводної техніки успішно виконує поставлені перед ним задачі по розробці теоретичних основ функціонування, створенню практичних методик проектування, побудови, випробувань та ефективного застосування сучасних засобів підводної робототехніки.

УДК 629.5.015.2

CAD/CAE КОМПЛЕКС ПРОГРАММ FREE!SHIP PLUS/HYDRONSHIP ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ И ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Тимошенко В. Ф.,
НУК им. адм. Макарова, г. Николаев,
vftim@rambler.ru

Комплекс программ FREE!ship Plus v.3.50+ относится к CAD/CAE среднего уровня и состоит из 25 автономных исполняемых внешних модулей CAE семейства HydroNShip и CAD программы со свободным исходным кодом на базе FREE!ship v2.6 по лицензии GNU GPL.

Предназначен для проектирования обводов корпуса судна с использованием NURBS технологии, расчетов по статике теории корабля, полного параметрического анализа ходкости и пропульсивных качеств судна и других расчетов гидродинамики судов и подводных аппаратов.

Геометрию корпуса судна можно создавать средствами FREE!ship или импортировать ее из других CAD программ (Maxsurf, Multisurf, Rhinoceros 3D, PolyCAD, Carena, Autoship и др.) в 3D форматах VRML, GEO, HUL, FEF и XYZ, а также экспортировать в иные программы CAD/CAE в 3D форматах STL, IGES, OBJ, GF, HLL, DXF, MLT, PAM, TXT.

По статике теории корабля производятся следующие расчеты:

- параметров погруженного объема корпуса и кривые элементов ТЧ;
- боковой и лобовой площади надводной части корпуса и координат их Ц.Т.;
- задание и расчет весовой нагрузки, координат Ц.Т. судна и автоматическая удифферентовка судна;
- определение параметров посадки и остойчивости для симметричных и несимметричных относительно ДП корпусов и вычисление деривационного момента при произвольных бортовых наклонениях:
- распределенной весовой нагрузки по длине (для расчетов общей продольной прочности);
- пантокарены, диаграммы статической остойчивости (ДСО), диаграммы динамической остойчивости (ДДО), критерия погоды K и других критериев;
- семейства строевых по шпангоутам (СПШ) и масштаба Бонжана;
- непотопляемости методами приема груза и исключения.

Общие требования к остойчивости судов определяются по правилам Российского морского регистра судоходства 1996 и 2010 года (IMO A.749), Регистра Судоходства Украины 2007 и правилам ГИМС 2006.

Расчёты ходкости в FREE!ship Plus базируются на данных систематических серийных испытаний моделей судов, содержащих 42 опубликованных методов и серий для расчета сопротивления корпуса [1,2,3,4,5] 63 типов обводов и 18-ти винтовых диаграмм 6-и типов движителей [3] и водометы фирмы Hamilton Waterjet.

Сопротивление движению и буксировочная мощность определяются:

- методами Delft и Holtrop-84 для парусных яхт и скоростных парусных судов;
- методом Kaper для каноэ и каяков;
- расчетом быстроходных круглоскулых катеров по диаграммам Володина, Нордстрема, де Гроота, SSPA (Швеция), NPL (Британия), 64 серии Тейлоровского бассейна;
- по методике Дубровского для водоизмещающих судов с большим удлинением, катамараны и тримараны;
- для речных грузовых, пассажирских, грузопассажирских, буксирных судов и толкачей по методу НИИВТа, ГИИВТа и ЛИВТа, а грузовых судов внутреннего и смешанного плавания (река-море) по методу НИИВТа;
- по методу Ерошина для промысловых судов (МРТ, СРТ);
- по диаграмме Неймана для буксиров, тральщиков и посыльных, траулеров;
- по диаграммам Брауна для судов скоростных водоизмещающих в конце режима плавания и в переходном режиме;
- для быстроходных и среднескоростных судов (контейнеровозы, трейлеровозы, лихтеровозы) по ОСТ 5.0181-75 (ОСТ) серия №1;
- для пассажирских и грузопассажирских двухвинтовых судов по ОСТ серия №2;
- для морских транспортных судов (универсальные сухогрузы, среднетоннажные танкеры, балкеры, транспортные рефрижераторы) по ОСТ серия №3, по методу Holtrop-1988(84) и Hollenbach-1998;
- для танкеров и рудовозов по ОСТ серия №4;
- для морских скоростных без цилиндрической вставки, буксиров, ледоколов и промысловых судов по близкому прототипу методами Гирса и Дубровина;
- CFD методом Митчелла для судов большого удлинения (L/B>7), катамаранов, тримаранов и пентамаранов (экспорт во внешний модуль Michlet и импорт результатов расчета волновой системы);

- для небольших водоизмещающих судов (типа траулеры и буксиры) по регрессионым методам van Oortmerssen -1971, Ridgeley-Nevitt-1967 и UBC-1993;

- для глиссеров по методам Седова-Перельмутра, Д.Савитского, Мерсиера-Савитс-кого, Клемента-Поупа, Клемента-Блаунта, М.Бунькова, Радойчича, Комптона и Робинсона ;

- регрессионный метод для расчета остроскулых катамаранов;

- для любых водоизмещающих судов методом с использованием данных модельных испытаний.

При расчете сопротивления есть возможность учесть сопротивление 11 типов выступающих частей судна, оценить влияние на сопротивление факторов внешней среды (ветер, волнение, обрастание, мелководье и др.) и рассчитать коэффициенты взаимодействия корпуса и движителей по формулам Холтропа-1988 и Папмеля.

При отсутствии 3D геометрии расчет площади смоченной поверхности для вычисления сопротивления возможен для 16 типов судов по формулам Мумфорда, Бенге, Семеки, Мурагина, Карпова, Афанасьева, Ерошина, Вашедченко-1985, Холтропа-1988, Lap-1954, Danckwardt -1969, Schneekluth - 1988, van Oortmerssen 1971 и для мегаяхт.

Для проектирования движителей включены следующие задачи:

- расчет и построение кривых действия гребных винтов серии В (Трооста) в свободной воде и предварительный расчет оптимального ГВ серии В;

- расчет и построение кривых действия гребных винтов серий И.А.Титова (Т-4-35, Т-4-58, Т-4-75), В.Г. Мищкевича (М-4-65, М-4-75, М-4-85), Н.Ю. Завадовского (Z-4-85, Z-4-100), ЦНИИ-БИГС (ZM-5-70, ZM-5-85, ZM-5-100), В.К.Турбала (Т-6-68, Т-7-70, Т-8-72), Звездкиной (ZV-3-50, ZV-3-80, ZV-3-110), ВФШ+НН (VIT-4-35, VIT-4-58, VIT-4-75), ВФШ+НН Каплан (КА-3-65+19а, КА-4-55+19а, КА-5-75+19а, КА-4-70+19а, КА-4-70+22, КА-4-70+24, КА-4-70+27), ЧПГВ ЦНИИ SPP-5-72 и ВРШ+НН Е-4-57 (с приближенным расчетом ГДХ движителя и потребной мощности двигателя);

- расчет оптимального движителя для выбора двигателя (18 винтовых диаграмм серий В, М, Т, Z, СК-3 и др.) и выбор двигателя из БД (более 500 двигателей 5 типов);

- расчет элементов движителя для заданного двигателя;

- проверочный расчет на кавитацию методами Папмеля и Шенхерра;

- расчет общей прочности спроектированного ГВ в однородном и неоднородном потоке и выбор материала для изготовления винта;

- расчет паспортной диаграммы (диаграммы ходкости);

- расчет количества и характеристик водометов фирмы Hamilton Waterjet:

- расчет и построение геометрии спроектированного гребного винта серии В в форматах для импорта в SolidWorks и FREE!ship Plus.

По маневренности выполняются следующие задачи:

- расчет присоединенных масс корпуса панельным CFD методом (моделирование поверхности источниками-стоками) с учетом влияния расстояния до дна и угла дифферента, методом эквивалентного эллипсоида, а также для речных судов с учетом мелководья и циркуляции методом ЛИВТа;

- расчет аэродинамических характеристик надводной части корпуса (15 типов судов) с использованием регрессионного анализа экспериментальных данных Ишервуда и ОИИМФа;

- расчет устойчивости на курсе по методу Кларка-Гедлинга-Хайна [6], поворотливости и расчет циркуляции судна по методу Листера-Найта [7,8];

- расчет разгона, свободного торможения и активного торможения (реверса).

Также имеется мастер создания рулей, килей и килей с бульбом (более 100 симметричных профилей 8 типов) и расчетом их гидродинамических характеристик по циркуляционно-отрывной теории Федяевского К.К.

Все задачи по гидродинамике судна могут быть рассчитаны и без создания 3D геометрии как в аналогичной программе NavCAD и все исходные данные сохраняются в FBM файле.

Интеграция программ расчетов ходкости судна по методу Холтропа и другие методы в CAD программу дает возможность осуществлять оптимизацию обводов ТЧ по сопротивлению движению корпуса с использованием трансформации ТЧ методом Lakenby.

Комплекс CAD/CAE программ FREE!ship Plus/HydroNShip, в сочетании с его открытостью кода и бесплатностью, является великолепным инструментом, позволяющим разработать обводы корпуса, рассчитать гидростатику, остойчивость и ходкость, получить результаты приемлемой точности, и во многих случаях избежать дорогостоящих модельных испытаний.

Список использованной литературы:

1. Мордвинов Б.Г. Справочник по малотоннажному судостроению. -Л.: Судостроение, 1987, 575с.

2. Слижевский Н.Б., Король Ю.М., Соколик М.Г., Тимошенко В.Ф. Расчет ходкости надводных водоизмещающих судов: Учебное пособие. - Николаев, НУК, 2004, 192с.

3. Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители/Под редакцией Войткунского Я.И. - Л.: Судостроение, 1985, 768с.

4. Егоров И.Т., Буньков М.М., Садовников Ю.М. Ходкость и мореходность глиссирующих судов. Л.: Судостроение, 1978. 317с.

5. Holtrop J., "A Statistical Reanalysis of Resistance and Propulsion Data," International Shipbuilding Progress, Vol.31, No.363, Nov., 1984.

6. Clarke D., Gedling P., Hine G.,"The Application of Manoeuvring Criteria in Hull Design using Linear Theory", Trans. RINA, 1983.

7. Lyster C., Knights H. L., "Prediction Equations for Ships" Turning Circles", Trans. NECIES, 1978-1979.

8. Fugino M., "Maneuverability in Restricted Waters: State of the Art", The University of Michigan NAME Report No. 184, Aug., 1976.

УДК 629.5.01

О ПРИМЕНИМОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ НА КОНВЕРСИОННЫХ РЕЧНЫХ КРУИЗНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДАХ

Егоров Александр Геннадьевич, к.т.н., старший научный сотрудник
Морское Инженерное Бюро, ,
egorovag@meb.com.ua

В докладе выполнено изучение инновационных решений в области архитектурно-конструктивного типа, пропульсии, энергетической установки, автоматизации управления судном и судовыми системами, в области механизации обслуживания гостиничного и ресторанного комплекса и применимости этих решений не только на новых РКПС, но и на модернизируемых, в том числе, конверсионных.

Интерес к речным круизным пассажирским судам (РКПС) не случаен, несмотря на все перипетии с внутренним водным транспортом, водные путешествия являются вполне продаваемым продуктом и количество клиентов, особенно по рекам Европы, продолжает расти из года в год.

Средний возраст находящихся в эксплуатации РКПС по данным Российского речного регистра и речных круизных компаний достиг 45 лет.

Судовладельцы пытаются «парировать» физическое старение судов путем дорогих ремонтов и замены кают на более комфортабельные.

Однако проблема не только в формальном возрасте судов, но и в том, что эти суда морально устарели – неэкономичные двигатели, часто не отвечающие современным представлениям об экологии; архаичный уровень комфорта и обслуживания, требующие много ручного труда; большие экипажи и значительное количество обслуживающего персонала и др.

Поэтому исследование возможности применения передовых технических решений на конверсионных судах, т.е. судах, построенных с использованием элементов существующих судов – доноров, является актуальным для воднотранспортной отрасли.

Выводы Применимость каютных модулей при конверсии зависит от степени демонтажа существующих конструкций пассажирского блока и его геометрии. Однако, как показывает опыт Московского речного пароходства и Морского Инженерного Бюро, при выполнении работ на РКПС «Виктории» и «Александре Грине» [1], даже при полном удалении внутренних перегородок, конструкция рубки не позволила в целом применить модули. Конечно, каюты имели в среднем практически одну и ту же площадь и набор каютного оборудования, но при этом были небольшие отличия практически в каждой каюте.

Еще одним современным решением, направленным на снижение шума и вибрации в жилых и общественных помещениях РКПС стало применение составных судов состоящих из секции с судовой энергетической установкой и ходовым мостиком и секции с жилыми и общественными помещениями. За счет отделения энергетической установки от жилых помещений существенно снижается шум и вибрация в жилых помещениях и, следовательно, затраты на мероприятия по шумоизоляции и вибропоглощающим покрытиям.

Составные суда позволяют также продлить их эксплуатационный период после закрытия навигации на реках за счет использования жилой секции в качестве плавучей гостиницы с получением берегового питания, в то время как энергетическая секция может проходить межнавигационный ремонт.

Литература

1. **Егоров Г.В., Калугин Я.В.** Опыт модернизации и строительства речных круизных судов с использованием элементов судов-доноров [Текст] // Сб. науч. трудов НУК. - Николаев: НУК, 2013. - №2. - С. 4-9.

УДК 629.5.01

АНАЛИЗ КРУИЗНОГО ПАССАЖИРСКОГО ФЛОТА

Егоров Александр Геннадьевич, к.т.н., старший научный сотрудник,
Морское Инженерное Бюро,
egorovag@meb.com.ua

В докладе выполнено исследование морских круизов и путешествий по европейским рекам, определены особенности пассажирского флота, предназначенного для круизов, и приведены рекомендации для постройки и модернизации отечественных судов, включая конверсию.

В отличие от европейских практически все существующие отечественные круизные суда (КС) для крупных рек и водохранилищ имеют возраст более 25 лет. КС были спроектированы и построены на иностранных верфях (в Германии, Словакии, Венгрии, Австрии), многие - в 50-60-е годы прошлого столетия.

Новые КС необходимы по следующим причинам:

- эксплуатируемые на линиях суда уже подошли к порогу физического и морального устаревания;
- ограниченные возможности модернизации многих имеющихся судов из-за устаревшей конструкции;
- низкие показатели экономичности существующих судов;
- неудовлетворительные показатели комфорта пассажирских кают и общественных мест на судне;
- невозможность круизов река-море.

Реальное строительство новых КС смешанного река-море плавания и речных уже началось. Оно осуществляется на отечественных судостроительных предприятиях по льготной лизинговой схеме.

Для удержания доли рынка на уровне 400 тысяч туристов необходимо строительство не менее 20 современных КС различного типа. Если их не будет, то, по оценкам экспертов, через 20 лет само понятие «речного круиза» может исчезнуть.

Но финансовые ресурсы, которые могут привлечь туроператоры, и возможности верфей не безграничны, поэтому полностью закрыть «брешь» между достаточно серьезным круизным туристическим потоком, включая въездной туризм, и прогнозируемым снижением численности флота, который его «обрабатывает», только за счет нового судостроения не получится.

Поэтому в этом направлении крайне важны действия в отношении рационального продления срока службы имеющихся судов с повышением их комфортности и обоснованного возобновления процедуры постройки новых КС с применением элементов существующих судов («конверсии») [1].

Выводы. Строительство новых КС в Европе продолжается, хотя и медленнее, чем в предыдущие годы. В течение 2017 и 2018 годов количество новых судов продолжает медленно снижаться – в 2017 год было получено 17 новых судов, в 2018 году планируется построить 10. В целом, волна нового круизного судостроения, начавшаяся в 2010 году, и достигшая своего пика в 2014 году, сейчас подходит к концу.

Опыт эксплуатации речных КС в Европе будет полезен для отечественных круизных компаний, однако, простой перенос опыта стран ЕС в Россию и в Украину (Днепровские круизы), без понимания особенностей регионов в отношении условий плавания и погоды, невозможен. Например, навигационный период по ВВП Европы составляет порядка 240 дней, а в России 150-165 суток.

Существенно отличаются ветро-волновые нагрузки – КС в Европе работают в условиях рек и каналов при высотах волн до 0,6 м, а в России и Украине определяющим является эксплуатация по крупным озерам (разряд «М» для Ладожского и Онежского озер, высота волны до 3,0 м) и водохранилищам (разряд «О», высота волны до 2,0 м – Днепровские водохранилища), что не может не отразиться на металлоемкости корпусов судов и на повышенных требованиях к остойчивости и судовым устройствам (масса якорей, спасательные устройства).

Литература

1. **Егоров Г.В.** Конверсия судов – один из путей сохранения отечественного торгового флота [Текст]. - Судоходство. №11 / 2000. - С. 32-33.

УДК 629.5.016

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЗОРА МЕЖДУ ГРЕБНЫМ ВИНТОМ И КОРПУСОМ СУДНА

Егоров Александр Геннадьевич, к.т.н., старший научный сотрудник,
Морское Инженерное Бюро,
egorovag@meb.com.ua

В докладе проанализированы действующие Правила членов Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) в области нормирования величины зазора между гребным винтом и корпусом судна. Выполнен обзор справочной и профессиональной литературы, приведены рекомендации производителей. Показан опыт проектирования и эксплуатации судов с классическим пропульсивным комплексом с разными зазорами.

Эффективной работе гребных винтов и их взаимодействию с корпусом судна всегда уделяли много внимания на различных этапах строительства судна, так как правильно спроектированный и установленный пропульсивный комплекс позволяет сократить расходы на топливо, выйти на заданную в судостроительном контракте эксплуатационную скорость, обеспечивает безопасную эксплуатацию и комфортное пребывание на борту.

Особенно важным является корректный выбор величины зазора между гребным винтом и корпусом судна C .

Чрезмерно большой зазор приводит к уменьшению пропульсивного коэффициента, маленький же зазор увеличивает нагрузки, действующие на винт, а также создаёт избыточную вибрацию.

В первую очередь, были проанализированы действующие Правила членов МАКО в области нормирования величины зазора между гребным винтом и корпусом судна (на сегодняшний день в МАКО входит 12 классификационных обществ (КО), которые обслуживают более 90% всего торгового флота [1]).

Помимо Правил членов МАКО были проанализированы рекомендации некоторых производителей пропульсивных комплексов, а также данные справочников по гидродинамике, а также рассмотрены примеры реализованных проектов судов смешанного плавания с классической пропульсивной установкой.

Выводы. Результаты исследования показали, что нормирование величины зазора между гребным винтом и корпусом судна C значительно различается в Правилах КО – членов МАКО.

ABS, BV, DNV GL, KR, ClassNK, RINA вообще ушли от ограничений, оставив лишь общие упоминания о необходимости создания максимально эффективного пропульсивного комплекса, то есть перенесли вопрос в практическую плоскость на уровень проектантов и судостроителей.

Обзор справочной литературы и рекомендаций производителей лишь подтвердил корректность принятого решения некоторыми КО – членами МАКО убрать ограничения по зазору для общих случаев, так как разброс значения зазора C не позволяет сделать вывод о наиболее подходящей обобщающей величине этого самого зазора C .

Для реальных задач (для тех или иных типов судов) крайне желательно определять эффективный диапазон величины зазора C, обоснованный с учетом расположения, количества и типа винтов, эксплуатационных режимов, ограничивающей осадки и кормовых обводов.

В любом случае, необходимо понимать, что больший зазор C улучшает комфортабельность, условия проживания на борту (меньше вибрация) и характерен для линейных морских паромов, круизных и грузовых судов), но в то же время, приводит к снижению КПД пропульсивного комплекса и упора и, соответственно, к ухудшению эксплуатационных характеристик, что критично, к примеру, для судов с ограниченной осадкой или имеющих широкий спектр эксплуатационных режимов (речные и река-море плавания суда, рыбопромысловые суда, суда технического флота, суда обеспечения, паромы на «сложных» линиях и т.п.).

Литература

2. Официальный сайт IACS (МАКО). URL: http://www.iacs.org.uk/.

УДК 629.12

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РИСКА ЭКСПЛУАТАЦИИ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СУХОГРУЗНЫХ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ «КЛАССИЧЕСКИХ» ПРОЕКТОВ

Егоров Геннадий Вячеславович, д.т.н., профессор, генеральный директор,
egorov@meb.com.ua
Егоров Александр Геннадьевич, к.т.н., старший научный сотрудник,
egorovag@meb.com.ua
Морское Инженерное Бюро,

В докладе описаны особенности корпусов судов типа «Волго-Дон» и «Волжский». Выполнен анализ происшедших аварий с сухогрузными судами смешанного плавания проектов 507А, 507Б, 1565 (с модификациями) типа «Волго-Дон» и проекта 05074 (с модификациями) типа «Волжский».

На январь 2017 года в эксплуатации формально находилось 166 сухогрузных самоходных судна типа «Волго-Дон» / «Волжский». Из них 35 в негодном техническом состоянии. За прошедшие годы практически все суда были переклассифицированы (или сразу строились) из озерных в суда смешанного река-море плавания (М-СП – 10 судов, М-ПР – 18 судов, О-ПР – 68 судов, R3-RSN – 15 судов, R2-RSN – 41 судно). Всего в речном классе осталось 96 судов этого типа в исходном сухогрузом варианте.

В целом, суда типа «Волго-Дон» / «Волжский» были и есть «рабочими лошадками» отечественного водного транспорта, успешно обеспечивая перевозку значительной части навалочных грузов, в том числе экспортных, на рейдовые перевалочные комплексы. До появления в 2010 году судов проекта RSD44, они были самыми большими в мире речными сухогрузными судами и полностью соответствовали поставленным при проектировании задачам.

Однако, средний возраст находящихся в работе сухогрузных судов типа «Волго-Дон» проекта 1565 уже составляет 39,5 лет, проектов 507, 507А, 507Б – 42 года, проекта 05074 – 27,2 года.

Безусловно, такой солидный возраст для грузовых судов, активно эксплуатирующихся, как в морских ограниченных районах, так и на внутренних водных путях, не может не оказать влияние на надежность их корпусов, устройств, систем и, соответственно, не раз уже приводил к авариям.

Но изначально суда проектировались по требованиям класса «О», соответственно ресурс по износу при условии работы корпуса в этом же классе составляет, как правило, 20-25 лет и более.

Эксплуатация в классе «М» (т.е. через Ладогу и Онегу) снизила ресурс всех поясьев наружной обшивки толщиной 7 мм до 19 лет, а в носовой оконечности до 10 лет.

По нисходящей, при обеспечении выхода судов в море в классе «М-ПР» – ресурс составил от 15 лет, в классе «М-СП» – от 8 лет (но не более 19 лет).

Понятно, что имея по еще находящимся в работе судам средний возраст около 40-42 лет, эксплуатацию в классах смешанного река-море плавания судов типа «Волго-Дон» (а судя по фактическим ремонтам и судов типа «Волжский») можно представить только после существенного ремонта, с заменой в итоге более 50% обшивки.

Несколько лучше обстоит дело с конструкцией двойного дна, но и там ресурс в море ограничивается 10-15 годами, что собственно и наблюдается на практике.

Если добавить к обычным износам еще и классическую повреждаемость настила второго дна грейферами, а также износы настила второго дна и нижних поясьев второго борта и поперечных переборок при перевозке агрессивных грузов типа серы, то в целом мы имеем дело с очень большим объемами ремонта.

Вероятно, мы не откроем большого секрета из того, что ряд частных судовладельцем уже изобрел некую формулу «успеха» – надо ремонтировать либо внутренний контур (второе дно – второй борт), либо наружную обшивку.

Всего авторами было обработано 146 аварий и катастроф с судами, находившимися под надзором РРР и РС, а также других классификационных обществ.

Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 15 лет с пиком аварий для судов с возрастом 23-26 и 33-40 лет. Полученные данные можно считать не совсем полными, так как отсутствуют в необходимом для статистики объеме данные по аварийным происшествиям до 1991 года. Максимальное количество аварийных случаев приходится на 2002, 2003, 2008, 2016 годы (11-12 случаев в год).

За анализируемый промежуток времени (с 1991 года по настоящее время) произошло 16 катастроф (из них больше половины приходится на затопление, почти треть на повреждения корпуса и 12,5% на пожары и взрывы). Не зафиксировано ни одного события, связанного с повреждениями устройств, которое привело бы к катастрофе.

Выводы. На сегодняшний день из 119 сухогрузных судов типа «Волго-Дон» проектов 507, 507А, 507Б (строились в 1960-1980 годах) списано 39% – 46, причем 4 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом 42 со средним возрастом 37,8 лет. В эксплуатации сейчас находится 51 судно со средним

возрастом 42 года, в отстое – 22 средним возрастом 46,3 года. Основной график списания судов имеет линейный характер. Суда сейчас работают, как правило, на реке. Однако в 2017 году было списано сразу 9 судов, что является признаком физического старения корпуса, так как сам тип таких судов востребован на рынке [1].

Из 108 сухогрузных судов типа «Волго-Дон» проекта 1565 (строились в 1968-1990 годах) списано 17% – 18, причем 5 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом 13 со средним возрастом 34,7 года. В эксплуатации сейчас находятся 81 судно со средним возрастом 39 лет, в отстое – 9 средним возрастом 44,6 года. Под флагом России работает 66 судов этого типа.

Наибольшую опасность для судов типа «Волго-Дон» и «Волжский» представляют фактическое обеспечение непроницаемости корпусных конструкций, нарушение ограничений, контакты со льдом, со стенками причалов и шлюзов, несоответствие технологий, уровня качества и допускаемых дефектов речного судостроения требованиям для морской эксплуатации.

Данные по ремонту судов типа «Волго-Дон» сегодня – корпус (в том числе надстройка, окраска, крышки) – 75%, механизмы и электрооборудование – 15-20 %. Причем проблема сейчас не только в «железе», а в поддержании нормального состояния оборудования – нет качественных запчастей, моторесурс главных и вспомогательных двигателей выработан, заводов, которые их производили – тоже нет.

Вероятно, в такой ситуации следует рационально планировать строительство нового флота внутреннего и смешанного плавания – рынок сухогрузных перевозок к 2025 году существенно «освободится», так как фактический ресурс корпусов и оборудования большинства сегодняшних «рабочих лошадок» – «Волго-Донов», а за ними и «Волжских» будет выработан.

Литература

1. **Егоров Г.В., Егоров А.Г.** Суда смешанного река-море плавания и внутреннего плавания: роль «старых» серий судов и их перспективы [Текст] // Морская Биржа. - 2017. - №1 (59) - С. 18-30.

УДК 629.5.01

ОЦЕНКА ЗАЛИВАЕМОСТИ КРАНОВОГО НЕСАМОХОДНОГО СУДНА ПРОЕКТА CV03

Егоров Геннадий Вячеславович[1], д.т.н., профессор, генеральный директор,
egorov@meb.com.ua
Тонюк Валерий Иванович[1], технический директор, главный конструктор,
vit@meb.com.ua
Демидюк Александр Владимирович[2], к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теории и проектирования корабля им. профессора Ю.Л.Воробьева,
alexanderdemidiuk@gmail.com
[1]*Морское Инженерное Бюро,*
[2]*Одесский национальный морской университет,*

В докладе на базе методики проведения испытаний по оценке заливаемости контейнерных судов типа «open top» разработана методика оценки заливаемости судна с открытым трюмом для навалочных грузов. Выполнена экспериментальная оценка заливаемости кранового судна с трюмом без люковых закрытий. Подтверждена правильность принятых проектных решений.

Процедура оценки заливаемости трюмов судов без люковых закрытий существует только для контейнерных судов типа «open top» [1]. Как правило, такие суда являются крупными контейнеровозами «открытого типа» - с большим раскрытием палубы, а также избыточной высотой надводного борта. Отсутствие люковых закрытий на таких судах положительно влияет на контейнеровместимость, однако требует применения дополнительных технических и проектных решений, обеспечивающих безопасность эксплуатации судна.

Несмотря на то, что первый балкер «open top»-концепции был построен в 1962 году, применение указанной концепции не получило распространения и носит скорее характер перспективных проектов.

Необходимость экспериментальной оценки заливаемости для судна без люковых закрытий, предназначенного для перевозки навалочных грузов является актуальной задачей в свете того, что требования процедуры не распространяются на суда для перевозки навалочных грузов. Однако, учитывая длительный опыт применения предложенной ИМО экспериментальной оценки, было принято решение рассматривать её требования как базовые условия проведения экспериментальных исследований.

Целью исследований являлась экспериментальная проверка в опытовом бассейне выбранной концепции судна, правильности принятых проектных решений в части требований к заливаемости трюма, не оснащенного люковыми закрытиями.

Модель кранового судна изготовлена в масштабе 1:50 из фанеры и пенопласта и для придания жесткости усилена деревянными брусками. После сборки наружные поверхности модели покрыты слоем сплава парафина и воска.

Поскольку целью проведения испытаний являлась оценка заливаемости - динамического следствия качки судна, перед началом испытаний была выполнена динамическая тарировка модели. Её целью являлось приведение в соответствие характеристик начальной остойчивости и инерционных характеристик судна и его модели.

Регулярное волнение в бассейне ОНМУ генерируется пластинчатым волнопродуктором, который приводится в действие с помощью электродвигателя мощностью 3 КВт. Электродвигатель оснащен блоком частотного управления «Schneider Electric», что позволяет регулировать частоту генерации волн с точностью до 0,1 Гц.

Подбор высоты волны осуществлен с помощью датчика высоты волны струнного типа. Датчик высоты волны является одной из последних разработок сотрудников опытового бассейна ОНМУ и построен на современной элементной базе, что позволяет использовать его без тензометрического усилителя, сократив число подключаемых устройств. Указанный датчик цифрового типа передает сигнал на аналогово-цифровой преобразователь/регистратор LCard L-14140 и далее - на персональный компьютер для формирования файла данных.

Высоты волн были подобраны при фиксированных характеристиках волнения до начала основных испытаний. При этом датчик волны находился в месте размещения модели в средней части бассейна.

Выводы. Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

- отмечено заливание палубы модели при тупых и острых курсовых углах, при этом волнение воздействует на незащищенные надстройками участки борта;
- на встречном волнении модель испытывает значительную по амплитуде продольную качку;
- при всех рассмотренных сочетаниях волн и курсовых углов качка судна не приводит к критическому заливанию открытого грузового помещения;
- вследствие наличия достаточной высоты борта и комингса грузового трюма даже интенсивное заливание палубы не привело к заливанию трюма. Попадание жидкости в трюм зафиксировано только в одном случае при волне с $\frac{\lambda}{L}$ = 2,0 и курсовом угле 900.

Выполненная экспериментальная оценка заливаемости подтвердила корректность принятых проектных решений о назначения высоты надводного борта, высот комингса грузового трюма, баковой и ютовой надстроек, их формы.

Литература

1. International Maritime Organization: Interim Guidelines for Open-Top Container Ships [Text]. MSC/Circ.608/Rev. 1. London, 1994.

УДК 629.5.01

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДВОДНОГО БОРТА КРАНОВОГО НЕСАМОХОДНОГО СУДНА «ОТКРЫТОГО» ТИПА НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА CV03

Егоров Геннадий Вячеславович[1] д.т.н., профессор, генеральный директор,
egorov@meb.com.ua
Тонюк Валерий Иванович[1], технический директор, главный конструктор,
vit@meb.com.ua
Давыдов Игорь Филиппович[1,2], к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теории и устройства судна, ведущий научный сотрудник,
davydov.igor.f@gmail.com
[1]*Морское Инженерное Бюро,*
[2]*Национальный университет «Одесская морская академия»,*

В докладе обосновывается надводный борт кранового несамоходного судна с грузовым трюмом без водонепроницаемых люковых закрытий (судно «открытого» типа) на основе расчетного моделирования параметров качки и заливаемости рейдового перевалочного комплекса (РПК) на примере проекта CV03 Морского Инженерного Бюро.

Исследуемый РПК проекта CV03 представляет собой несамоходную морскую баржу ограниченного района плавания, с формой корпуса в виде прямоугольного понтона с небольшими подрезами в носу и корме, с надстройками бака и юта, с транцевыми носовой и кормовой оконечностями, с грузовым трюмом в средней части, с кормовым расположением жилой надстройки и машинного отделения.

Основная идея исследования состоит в том, что такому судну назначается надводный борт в предположении о наличии люковых крышек.

Это решение может быть принято только в том случае, если в условиях реального волнения на рейде трюм РПК не будет заливаться забортной водой (или, по крайней мере, масса забортной воды, попадающей в этот трюм, будет незначительной, и может быть безопасно удалена средствами осушения).

Для обоснования был выполнен широкий комплекс исследований, в том числе расчетное моделирование параметров качки и заливаемости РПК, о котором и идет речь в настоящем докладе.

Расчетная оценка заливаемости производилась для судна в полном грузу с учетом шести видов качки на волнении на основе рекомендаций Циркуляра 608 Комитета по Безопасности на Море MSC/Circular.608/Rev.1 «Interim Guidelines for Open-top Containerships», так как сама задача доказательства безопасности эксплуатации судна без люковых закрытий в море не зависит от типа судна, а вот предполагаемый район эксплуатации с его режимами волнения влияет значительно.

В процессе оценок были выполнены расчеты присоединенных масс и коэффициентов демпфирования; рассчитаны амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики всех шести видов качки, относительных вертикальных перемещений и скоростей (относительно взволнованной поверхности) характерных точек корпуса судна при движении на регулярном волнении с различными курсовыми углами по отношению к набегающему волнению; определены статистические характеристики всех видов качки и кинематических характеристик в условиях нерегулярного двухмерного волнения.

На основе расчетов параметров качки без хода на регулярном и нерегулярном волнении с различными курсовыми углами производились оценки опасности заливаемости грузового трюма.

Была показана возможность безопасной эксплуатации судна на нерегулярном волнении в пределах района плавания с высотой волн трехпроцентной обеспеченности до 5 м включительно.

Параметры качки на регулярном и нерегулярном волнении определены с помощью известной системы программ «КАЧКА» [1].

Выводы

Оценка выполнялась в рамках линейной теории на основе величины стандарта относительных вертикальных перемещений верхней кромки комингса грузового трюма.

Наиболее неблагоприятными с точки зрения заливаемости, являются условия, соответствующие положению судна лагом к волне при среднем периоде нерегулярного волнения 7 с.

Главный вывод - заливание грузового трюма по результатам расчетов отсутствует, поэтому эксплуатация судна проекта CV03 вполне безопасна при открытом грузовом трюме и максимальной осадке 5.60 м, назначенной в условном предположении о наличии (формальном) люковых крышек, при высоте волны 3%-ной обеспеченности до 5.10 м.

Литература

1. **Guliev J.M., Davidov I.F.** Practical Estimation of Safe Ship Speed in Waves [Text], Proceedings of Jubilee 15th Session SMSSH, Vol. 2, Varna, 1986, Report No. 7.

УДК 629.05

КОНЦЕПТ ЕДИНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ФЛОТА НА ЭЛЕКТРОТЯГЕ ПРОЕКТА BLV03

Егоров Геннадий Вячеславович, д.т.н., профессор, генеральный директор,
egorov@meb.com.ua
Автутов Николай Владимирович, директор по перспективному развитию, главный конструктор,
avtutov@meb.com.ua
Егоров Александр Геннадьевич, к.т.н., старший научный сотрудник,
egorovag@meb.com.ua
Морское Инженерное Бюро,

Электроход, т.е. судно, движущееся на электрической энергии, идея далеко не новая. Можно вспомнить танкер «Вандал», который был первым в мире дизель-электроходом, судном с гребными электродвигателями. Судно построили на Сормовском заводе в Нижнем Новгороде в 1903 году, а двигатели

мощностью по 120 л.с. были установлены в Санкт-Петербурге. Электрическая передача на винты осуществлялась с помощью трёх генераторов и электромоторов и позволяла обеспечить реверс главных двигателей и менять мощность и скорость в широком диапазоне.

Сейчас электроходы применяются осознанно, например, когда требуется работа судна на разных скоростях и с разными упорами на винте (паромы, ледоколы, многофункциональные суда вспомогательные, суда технического флота), или когда много потребителей электроэнергии помимо движения (пассажирские суда).

Например, один из самых удачных современных спасателей – проект Морского Инженерного Бюро MPSV07 типа «Спасатель Карев» – дизель-электроход [1]. Именно он стал и первой удачной универсальной платформой для реализации сразу нескольких различных функций.

Необходимость создания экологического транспорта привели к обсуждению идеи создания единой судовой универсальной платформы на электротяге. Такие судна должны быть многоцелевыми, а также учитывать современные требования к экологической безопасности.

В зависимости от установленного модуля электроход сможет выполнять подводно-технические работы, использоваться при перевозке грузов, тралении и промерах глубин, а также как буксир.

Основные характеристики судна следующие: длина габаритная 29,22 м, длина по ватерлинию 26,89 м, ширина расчетная 5,00 м, высота борта 2,70 м, осадка 1,10 м, мощность гребного электродвигателя 2х180 кВт, экипаж 5 человек, скорость хода 20 км/час.

Помещения для экипажа, осуществляющего дневное и ночное дежурство, расположены в носовой части судна.

На основании выполненного анализа, ввиду явного преимущества монокорпусного судна по сравнению с катамараном при строительстве (более низкая трудоемкость, что важно при серийной постройке), при проектировании нового обстановочного судна проекта BLV03 применялась монокорпусная конструкция.

Основным преимуществом катамарана, работающего на реке, является увеличенная по сравнению с однокорпусным судном площадь грузовой палубы, помещений и палуб – но на проекте BLV03 за счёт удлинения корпуса судна удалось увеличить полезную рабочую площадь грузовой палубы.

В качестве движительно-рулевого комплекса приняты полноповоротные винто-рулевые колонки (ВРК) как наиболее оптимальные для предполагаемых работ. Прорабатывались также варианты работы классического комплекса винт-руль и водомётного движителя. Основным преимуществом пропульсивного комплекса с ВРК является существенное улучшение маневренности судна (особенно важно при эксплуатации судна в стесненных условиях), при относительной дешевизне изделия, простоте монтажа и возможности модульной замены без постановки судна в док.

Для выполнения работ по обслуживанию буев судно оборудовано телескопическими кранами-манипуляторами.

Для выполнения промерных работ судно получило многолучевой эхолот, который позволяет визуализировать в реальном времени рельеф дна.

Был проведен анализ современных технологий накопления и выдачи электрической энергии с помощью Li-ion аккумуляторных батарей.

На основании выбранного типа аккумуляторных батарей разработана структурная схема и определен состав оборудования единой электроэнергетической системы с гребной электрической установкой на базе статических преобразователей частоты с общей шиной постоянного тока, включающих активный выпрямитель и автономный инвертор для управления асинхронным короткозамкнутым электродвигателем.

Также были определены состав единой системы управления энергетическим комплексами судна и ожидаемые массогабаритные характеристики применяемого оборудования.

Предполагается в будущем, что судно сможет курсировать и как беспилотник – на дистанционном управлении. С помощью камер, радаров, системы GPS-мониторинга и других датчиков судно сможет без экипажа на борту прокладывать маршрут и подходить к причалу.

Выводы Разработанная единая универсальная платформа-электроход проекта BLV03 отличается от «классических» судов технического флота:

- экономией топлива. Li-ion аккумуляторные батареи рассчитаны на 12 часов хода. Их можно будет подзарядить на причалах «Канала им. Москвы» во время стоянки. На это уходит примерно до двух часов. Цена 12 часов хода – 8,5 тысяч рублей из расчета 3,6 руб. за 1 кВт. Столько придется выложить за электроэнергию по рыночной цене. Но электроэнергия, вырабатываемая собственными ГЭС на гидроузлах «Канала им. Москвы», сильно дешевле. Один киловатт уже будет стоить 80 копеек, то есть за 12 часов хода – 1,9 тыс. руб. Для сравнения: 12-часовая работа судна на дизельном топливе обходится в 17,52 тыс. руб. В итоге рыночные киловатты дешевле дизеля в два раза, а собственная электроэнергия канала – в девять раз;
- пониженным уровнем шума и вибрации;
- экологичностью;

- модульностью (имеется возможность установки различного оборудования в зависимости от поставленных задач).

Литература

1. **Егоров Г.В., Автутов Н.В.** Концепт многофункционального аварийно-спасательного судна мощностью 4 МВт с высоким ледовым классом [Текст] // Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2013. - Вип. 3. - С. 1-7.

УДК 629.5.01

КОНЦЕПТ ТАНКЕРА-ХИМОВОЗА СО «СВЕРХПОЛНЫМИ» ОБВОДАМИ ПРОЕКТА RST27M

Егоров Геннадий Вячеславович, д.т.н., профессор, генеральный директор,
egorov@meb.com.ua
Тонюк Валерий Иванович, технический директор, главный конструктор,
vit@meb.com.ua
Морское Инженерное Бюро,

В докладе показано, что суда со «сверхполными» обводами «Волго-Дон макс» класса, созданные Морским Инженерным Бюро, являются самыми современными и экономически эффективными в своем классе на сегодняшний день. Действительно, трудно не заметить, как за три года отечественными заводами было поставлено 54 судна этих проектов. Такие темпы и такая массовая серия были характерны для лучших периодов советского судостроения и это, конечно, очень достойное сравнение для сегодняшних отечественных верфей [1].

Подчеркнуты особенности концепта танкера проекта RST27M, его отличия от базового танкера проекта RST27. Танкер-химовоз нового проекта RST27M имеет усиленную морскую функцию – при максимальной осадке 4,60 м фактический дедвейт составляет 7902 тонн. Объем грузовых танков рассчитан на перевозку нефтепродуктов Каспийского региона и увеличен за счет подъема тронка до 8970 м³. Кроме того, обеспечивается возможность перевозки трех сортов груза одновременно.

Уже при строительстве судов проектов RST27 происходило существенное расширение спектра перевозимых наливных грузов: к нефти и нефтепродуктам сначала были добавлены грузы, подпадающие под общее название «растительное масло» (а среди них и компоненты биотоплива, и знаменитое сейчас пальмовое масло и т.п.), а затем и другая «легкая» химия, впрочем, требующая выполнения нормативов по непотопляемости и оборудованию, а также по покрытиям танков к химовозу типа ИМО 2.

Наконец, рост перевозок по Каспийскому морю потребовал увеличения грузоподъемности при осадках, характерных для портов Ирана и Туркмении. В итоге был создан новый концепт RST27M.

Концепцию судов проекта RST27M можно сформулировать следующим образом: танкер с полным использованием габаритов ВДСК, коэффициентом общей полноты 0,932; увеличенной грузоподъемностью в море и в реке и стандартом прочности судового корпуса в море на уровне требований класса R2 PC; достаточной грузовместимостью при минимально возможной высоте борта; повышенной управляемостью в стесненных условиях, в шлюзах, каналах и на мелководье.

Главной особенностью танкеров смешанного река-море плавания проекта RST27M, по сравнению с иными судами нового поколения, является расширение спектра перевозимых грузов. В одном рейсе обеспечивается перевозка трех сортов груза.

Помимо нефти и нефтепродуктов, судно может перевозить расширенный перечень других грузов: масло касторовое; масло какао; масло кокосовое; масло кукурузное; масло хлопковое; масло арахисовое; масло ореха «бассия»; масло льняное; масло из косточек манго; масло оливковое; масло пальмоядровое; олеин пальмоядровый; стеарин пальмоядровый; масло пальмовое; олеин пальмовый; стеарин пальмовый; масло рапсовое; масло рисовое; масло сафлоровое; масляного дерева масло; масло соевое; масло подсолнечное; масло тунговое; спирт метиловый; эфир трет-бутиловый метила; эфир трет-бутиловый этила; этиленгликоль; растворы лигносульфоната кальция; этилацетат; гексан (все изомеры); октанол (все изомеры); раствор гидроксида натрия; толуол; раствор нитрата карбамида/аммония; ксилолы; ацетон; спирт этиловый; спирт изопропиловый; диэтиленгликоль; глицерин.

Суда удовлетворяют габаритам Волго-Донского судоходного канала и Волго-Балтийского пути. Габаритная длина составляет 140,85 м, ширина – 16,7 м, высота борта – 6,0 м.

Следует отметить, что, несмотря на некоторое увеличение массы судна порожнем, фактический дедвейт в реке сохранился практически такой же как на RST27 (5363 тонн на RST27M против 5420 тонн на

RST27), поэтому традиционные задачи на внутренних водных путях новые суда будут решать не хуже знаменитого исходного проекта RST27.

Танкер проекта RST27M представляет собой стальной однопалубный теплоход с двумя поворотными винто-рулевыми колонками, с баком и ютом, с кормовым расположением рубки и машинно-котельного отделения, с двойным дном, двойными бортами и тронком в районе грузовых танков.

Выводы

Проведенные ходовые испытания показали отличную маневренность судна и хорошие ходовые качества. Судно проекта RST27M, имеющее рекордный коэффициент общей полноты 0,932 (как и танкера проекта RST27, RST54), показало на мерной линии скорость 11,7 узла при мощности на валах 2100 кВт (0,875 от мощности главных двигателей) и осадках носом 3,2 м, кормой 3,3 м.

Обоснованно выбранная мощность главных двигателей и развитые надстройки бака и юта обеспечили мореходность в условиях волнения с высотой волны 3% обеспеченности 7,0 м.

Результаты эксплуатации судов проекта RST27M, построенных на ПАО «Завод «Красное Сормово», полностью подтвердили принятые при разработке концепции новые решения.

Литература

1. **Егоров Г.В.** О создании нового поколения «сверхполных» грузовых судов смешанного река-море и внутреннего плавания [Текст] // Вестник ОНМУ. - Одесса: ОНМУ, 2016. - Вып. 2 (48). - С. 12-48.

УДК 629.05.01

ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ И КОНВЕРСИИ РЕЧНЫХ КРУИЗНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ

Егоров Геннадий Вячеславович, д.т.н., профессор, генеральный директор,
egorov@meb.com.ua
Егоров Александр Геннадьевич, к.т.н., старший научный сотрудник,
egorovag@meb.com.ua
Калугин Ярослав Владимирович, главный конструктор,
kalugin@meb.com.ua
Морское Инженерное Бюро,

Условия эксплуатации пассажирских водоизмещающих судов гораздо более благоприятны, чем грузовых, поэтому нет смысла сравнивать, например, 40-летнее сухогрузное судно и круизное судно (КС) такого же возраста.

Вследствие большего запаса воды под днищем КС реже контактируют с грунтом. Бортовые конструкции пассажирских судов надежно защищены кринолинами и поэтому, несмотря на гораздо большую частоту швартовок и шлюзований, повреждаются неизмеримо меньше, чем бортовые конструкции грузовых судов.

КС заканчивают навигацию задолго до образования ледостава, поэтому на них не действуют ледовые нагрузки.

Постоянное по длине судна распределение весовой нагрузок исключают возможность неожиданного увеличения общих изгибающих моментов и, как следствие, возможность перелома корпуса пренебрежимо мала.

Хорошее техническое обслуживание корпусов, отсутствие загрязнений многих помещений способствует замедлению коррозионного изнашивания. В целом, наблюдения показывают, что скорости коррозионного изнашивания связей пассажирских судов в 2-4 раза меньше скоростей изнашивания связей грузовых судов. Например, на судне проекта 301 износы корпусных конструкций за 30 лет составили: наружная обшивка днища – 2,4%; наружная обшивка борта – 2,1%; настил главной палубы – 6,3%; настил второго дна – 2,1%; поперечные переборки – 2,8%; днищевой набор – 2,1%; бортовой набор – 2,4%; палубный набор – 2,3%. Однако и на пассажирских судах наблюдается значительное местное коррозионное изнашивание связей вблизи бытовых помещений, в отсеках с грязной водой, и т. д.

Помимо физического износа, присутствует также моральный. Учитывая, что средний возраст таких судов более 45 лет, а нормативный срок эксплуатации - 25-35 лет, через 5-10 лет можно ожидать списания более 50% эксплуатируемого в настоящее время флота (а это около 80-90 речных круизных пассажирских судов), что приведет к обвалу объемов пассажироперевозок на речном транспорте.

Кардинальное долговременное решение проблемы требует строительства нового флота речных круизных пассажирских судов [1], в том числе строительства с обоснованным использованием элементов существующих судов (конверсионных судов).

Выводы

На основании опыта модернизаций и конверсий речных круизных пассажирских судов предложены базовые принципы, которые должны быть учтены при проектировании как новых пассажирских судов, так и тех, которые будут модернизированы или конверсированы.

Среди технических рекомендаций с позиции безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании пассажирских судов можно выделить следующие рекомендации:

1. Не допускать размещения открываемых отверстий (иллюминаторов) в пределах непроницаемого основного корпуса.
2. Не допускать несимметричного по ширине распределения запасов, которое могло бы привести к возникновению крена при эксплуатации.
3. Оснащать пассажирские суда средствами записи действий вахты («черными» ящиками) и средствами аварийной внешней сигнализации (АРБ).
4. Перейти к применению электронных карт и средствам автоматизированного определения координат.

Литература

1. **Егоров Г.В., Ильницкий И.А., Калугин Я.В.** Концепты круизных пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания для российских рек [Текст] // Морская Биржа. - 2013. - N1 (43). - С. 18-29.

УДК 629.5.01

СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ И КЛАССА СУДНА СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ, СПРОЕКТИРОВАННОГО ПО ПРАВИЛАМ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ОБЩЕСТВ

Егорова Ольга Геннадьевна, научный сотрудник,
egorovaog@meb.com.ua
Морское Инженерное Бюро,

Назначение класса по районам плавания зависит от планируемого направления перевозки груза; оценки возможных потерь ходового времени от простоев в ожидании погоды; определения ледовой категории в соответствии с накопленным опытом работы; задания экономически обоснованного срока службы судна.

В качестве основного объекта для исследования был выбран «сверхполный» танкер смешанного плавания, с коэффициентом полноты 0,932, спроектированный Морским Инженерным Бюро [1].

Расчет требуемых размеров элементов корпуса для танкера для ограниченных районов плавания выполнялся по Правилам Регистра Судоходства Украины (РУ) и Правилам Российского Морского Регистра Судоходства (РС) для классов R2, R2-RS, R2-RS (4.5), R3-RS и R2, R2-RSN, R2-RSN (4.5) и R3-RSN соответственно.

Анализ требуемых толщин для танкера, помимо прочего, показал различие Правил РСУ и РМРС по некоторым типам связей и коэффициентам:

- минимальная толщина вертикального киля одинарного дна;
- минимальная толщина бортовых стрингеров в форпике и ахтерпике;
- минимальная толщина настила и набора проницаемой платформы;
- минимальная толщина бортовых обшивок надстроек;
- минимальная толщина настила палубы бака;
- коэффициенты допускаемых нормальных и касательных напряжений kσ и kτ;
- коэффициенты wk по Правилам РУ для морских судов и Правилам РС;
- слеминг по Правилам РУ для морских судов и Правилам РС.

В работе показано, что для судна, набранного по минимальным толщинам корпуса, классы ограниченного района плавания РУ R2, R2-RS и R2-RS (4.5) будут иметь маленькую разницу в весе корпуса, в связи с тем, что для данных классов судна, коэффициент, на который можно уменьшить минимальные толщины корпуса, одинаковый.

Так как ослабевание района плавания дает запас в требуемом моменте сопротивления корпуса, то связи корпуса, за счет которых можно варьировать его вес – это связи, которые участвуют в обеспечении общей продольной прочности судна.

Выводы. Изменение класса судна на ограниченный район плавания R3-RS дает заметную разницу в весе корпуса, что становится возможным благодаря коэффициентам, на которые можно уменьшить

минимальную толщину корпуса, а также существенной разницей в требуемом моменте сопротивления палубы и днища при общем изгибе корпуса.

Литература

1. **Егорова О.Г.** Оптимизация металлоемкости нефтеналивного судна «Волго-Дон макс» класса проекта RST27 типа «ВФ Танкер» за счет рационального назначения класса [Текст] // Материалы V междун. научно-техн. конф. «Инновации в судостроении и океанотехнике» – Николаев: НУК, 2014.– С. 68-69.

УДК 629.5.01

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗРАЗМЕРНЫХ УНИФИЦИРОВАННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОЙ ОБЩЕЙ ПРОЧНОСТИ КОРПУСА НАЛИВНОГО СУДНА СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ

Нильва Владимир Александрович, научный сотрудник,
nilvajr@meb.com.ua
Морское Инженерное Бюро,

Эксплуатация наливного судна смешанного река-море плавания при прохождении узкостей, на мелководье всегда сопровождается повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, которая может как к нарушению навигации в данном районе, так и к экологическому загрязнению акватории.

К таким аварийным ситуациям относятся посадка на мель, навал на опоры моста или на стенки шлюза, столкновения с другими судами. Характерные повреждения для таких аварийных ситуаций затрагивают подводную часть корпуса, а тип и локализация повреждения остаются неизвестными вплоть до подводного обследования корпуса судна

Оценка состояния аварийного судна, в которую входит оценка аварийной прочности, происходит в условиях неполной исходной информации о повреждении, его типе и размерах. На основании выполненной оценки должны приниматься оперативные решения о действии экипажа.

Повреждение корпуса судна учитывается путем исключения из схемы эквивалентного бруса участка поперечного сечения заданных размеров. Учитывая ряд неизвестных величин в этой задаче, используются конкретные модели повреждений, что позволяет создать зависимость характеристик повреждения в зависимости от его предполагаемого размера.

В качестве объекта исследования был выбран проект 1577 (тип Волгонефть).

Модели повреждений:

1. Столкновение, глубина 0,9 м, B/5 и 0,59 м;

2. Посадка на камень в районе ДП и скулы, при этом глубина 0,8 м, 1,1 м и 0,49 м, а ширина 1,65 м, 2,75 м и 3,0 м соответственно;

3. Посадка на мель по всей ширине корпуса, глубина B/15.

Введем такие безразмерные коэффициенты как относительная площадь повреждения $\overline{\Delta F}$ (отношение площади повреждения к площади поперечного сечения исходного судна) и относительные собственные моменты инерции повреждения $\overline{i_y}$ и $\overline{i_z}$ (отношение собственного момента инерции повреждения к соответствующему моменту инерции поперечного сечения исходного судна).

При моделировании повреждений корпуса судна рассматривались два сечения: сечение по средней части и сечение в районе носовой переборки машинного отделения.

Выводы

Безразмерные унифицированные коэффициенты могут быть использованы для приближенной оценки геометрических характеристик непосредственно повреждений не только для судов исследуемых проектов, но и схожих с ними по архитектурно-конструктивному типу и размерениям.

Литература

1. **Нильва В.А.** Аналитический метод определения геометрических характеристик поперечного сечения поврежденного сухогрузного судна смешанного и внутреннего плавания [Текст] // Вісник ОНМУ. - Одеса: ОНМУ, 2015.- Вип. 2 (44). - С.60-69.

УДК 629.5.015.4

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПЫТНЫМ ПУТЕМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРУЖЕННОЙ ЧАСТИ КОРПУСА СУДОВ СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ ПЛАВАНИЯ

Ефремова Нина Владимировна[1], к.т.н., доцент, доцент кафедры «Кафедра теории и проектирования корабля им. профессора Ю.Л.Воробьева»
nina290264@gmail.com
Нильва Александр Ефимович[2], к.т.н., старший научный сотрудник,
nilva@meb.com.ua
[1]*Одесский Национальный морской университет*
[2]*Морское Инженерное Бюро*

В докладе представлены результаты определения геометрических характеристик погруженного объема корпуса грузовых судов смешанного река-море плавания в условиях опытов кренования или взвешивания. Элементы погруженного объема для судов нескольких проектов вычислены по масштабу Бонжана и по уточненной формуле Максимаджи (для наклонной плоской ватерлинии по осадкам, откорректированным на величину перегиба). Выполнено сравнение результатов между собой и с нормативными величинами, приведена оценка достижимой точности.

Максимально точное определение геометрических характеристик погруженного объема при проведении опытов кренования или взвешивания особенно важно для судов смешанного река-море плавания – как следствие специфики их архитектурно-конструктивного типа. Протяженная по длине цилиндрическая вставка, относительно гибкий корпус и кормовое расположение машинного отделения определяют особенность посадки судна порожнем – с дифферентом на корму и с перегибом.

По принятой методике взвешивания (кренования) [1-2] элементы погруженного объема определяются по осадкам на марках углублений и / или по результатам измерения надводного борта (не менее чем в пяти точках по длине судна). Прогиб / перегиб корпуса судна при этом учитывается любым достаточно точным способом.

В качестве объектов исследования выбраны характеристики погруженных объемов корпусов нескольких грузовых судов смешанного река-море плавания в расчетных условиях опытов кренования или взвешивания. Водоизмещение, абсцисса и аппликата центра величины и аппликата метацентра для каждого корпуса определены с помощью программного комплекса "Диалог-Статик" – задачи «Расчет масштаба Бонжана» и «Элементы водоизмещений при различной посадке».

Расчет геометрических характеристик погруженного объема корпуса судна с использованием масштаба Бонжана проводился по типовой методике.

При использовании приближенной методики (формула Максимаджи) [3], «искривленная» ватерлиния заменяется плоской; для учета прогиба или перегиба δd истинные осадки в носу d_H и в корме d_K заменяются приведенными d_F , d_A соответственно.

Расчетные формулы для приведенных осадок записываются в виде:

$$\left.\begin{matrix} d_F \\ d_A \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} d_H \\ d_K \end{matrix}\right\} + k \cdot \delta d \,. \qquad (1)$$

Поправочный коэффициент k согласно [4] в зависимости от типа и размерений судна может принимать значения 2/3 или 3/4, Максимаджи А.И. [3] предложил более точную формулу, учитывающую полноту действующей ватерлинии:

$$k \approx 1 - 0.34\alpha \,, \qquad (2)$$

где α - коэффициент полноты ватерлинии.

Далее выполнено сравнение результатов расчета элементов погруженных объемов, полученных двумя указанными способами между собой и с некоторыми величинами, определяющими необходимость проведения опыта кренования по результатам опыта взвешивания. Для вновь построенных судов [5-7] допускаемая погрешность:

- для водоизмещения – 1% от водоизмещения порожнем Δ_0;

- для абсциссы ЦВ – 0.5% от длины судна между перпендикулярами L. (В Правилах используется длина деления судна на отсеки, которая несколько больше чем длина между перпендикулярами, что приводит к небольшой ошибке в безопасную сторону).

Сравнение элементов погруженного объема, определенных по масштабу Бонжана и по уточненной формуле Максимаджи, показывает, что:

- ошибка при определении водоизмещения или меньше установленного критерия $0.01\Delta_0$ или, по крайней мере, не превышает $0.015\Delta_0$;

- ошибка при определении абсциссы ЦВ или меньше установленного критерия, или очень близка к нему;

- ошибка при определении аппликаты метацентра имеет приемлемую величину, она объясняется сильной чувствительностью изменения величины поперечного метацентрического радиуса при малом изменении осадки в диапазоне осадок, характерных для опытов кренования / взвешивания;

- превышение указанных величин ошибок может свидетельствовать о наличии остаточных деформаций корпуса, которые приводят к большой погрешности при использовании «спрямленной» расчетной ватерлинии.

Аппликаты центров величины, определенные обоими способами, практически совпадают – разность не превышает 0.01м.

Для определения погрешности определения элементов погруженного объема при допускаемой Правилами точности измерения осадок 0.01 м [5-7] были проведены численные эксперименты.

В первом эксперименте исследовались ошибки, искажающие дифферент при неизменной средней осадке. Приведенные осадки d_F и d_A разнонаправлено изменялись на 0.01 м. По результатам получается, что изменение дифферента в пределах разрешенной ошибки определения осадок приводит к погрешности определения абсциссы ЦВ в пределах $0.25\%\ L$.

Во втором эксперименте исследовались ошибки, искажающие осадку на миделе в опыте при неизменном дифференте. Осадка $d_{мид}$ разнонаправлено изменялась на 0.01 м. При этом получается разрешенная ошибка в определении водоизмещения порядка удвоенного числа тонн на 1 сантиметр осадки на миделе. Разрешенная ошибка в определении аппликаты поперечного метацентра составляет не более 2.5% от величины начальной метацентрической высоты судна в опыте.

Выводы.

1. Элементы погруженного объема корпуса, определенные по масштабу Бонжана и по уточненной формуле Максимаджи (для наклонной плоской ватерлинии по приведенным осадкам), достаточно близки.

2. Применение формулы Максимаджи можно рекомендовать при значениях стрелки прогиба / перегиба, не превышающих трех четвертей от рекомендованной Правилами граничной величины деформации $0.0025\ L$.

3. Погрешность определения водоизмещения и абсциссы ЦВ (критерий необходимости проведения опыта кренования по результатам взвешивания) при практически достижимой точности осадок, полученных в опыте, составляет примерно половину от нормативов, заданных в Правилах; точнее эти характеристики не определяются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по кренованию судов [Текст] // Руководство по техническому наблюдению за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий, Часть V, Приложение 11, Регистр судоходства Украины, 2005.

2. Инструкции по определению положения ЦТ судна из опыта (Инструкция по кренованию судна) [Текст] // Правила классификации и постройки судов, Часть II, Приложение 2, Российский речной регистр, 2015.

3. **Максимаджи А.И.** Капитану о прочности корпуса судна [Текст]: Справочник / А.И.Максимаджи. – Л.: Судостроение, 1988. – 224 с.

4. Dibble J., Mitchel P. Draught surveys [Text]. – North of England P&I Association, 2009. – 54 pp.

5. Правила классификации и постройки морских судов, Часть IV, п.1.5, Российский морской регистр судоходства, 2018.

6. Правила классификации и постройки морских судов, Часть IV, п.1.5, Регистр судоходства Украины, 2011.

7. Правила классификации и постройки судов, Часть II, п.1.6, Российский речной регистр, 2015.

УДК 629.5:023:629.544(045)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ФОРМЫ КОРПУСА КОНТЕЙНЕРОВОЗА НА МОРЕХОДНОСТЬ

Давыдов Игорь Филиппович, к.т.н., доцент
davydov.igor.f@gmail.com
Национальный университет «Одесская морская академия»

Необходимость повышения экономической эффективности современных транспортных судов является причиной совершенствования методов их проектирования. При этом роль проектных решений, принятых на самых ранних стадиях проектирования неуклонно возрастает, учитывая существенное сокращения сроков разработки и, как следствие, невозможность внесения существенных изменений.

Исключительно важно на начальных этапах проектирования выбрать характеристики формы корпуса, которые обеспечат минимальное сопротивление движению не только на тихой воде, но и в реальных условиях эксплуатации на волнении.

В пионерской работе [1] был предложен обобщенный ранговый показатель мореходности, полученный на основе расчетной оценки параметров качки и частных критериев слемминга, заливаемости, ускорений серии, состоящей из 20 представительных объектов, в виде регрессионной зависимости обобщенного показателя от характеристик формы. Последующая оптимизация позволила получить значения характеристик формы объекта с показателем мореходности на 20% выше, чем в исходной серии. В последующем была изготовлена и испытана в опытовом бассейне модель оптимального, с точки зрения мореходности, корпуса. Испытания на волнении подтвердили предсказанные показатели мореходности, однако, ходкость на тихой воде оказалась ощутимо хуже, чем у исходной серии.

В последствии, в результате отработки обводов в опытовом бассейне, была получена модель с приемлемой ходкостью на тихой воде и мореходностью выше, чем у исходной серии, но ниже, чем у первой модели с рассчитанными по критерию мореходности характеристиками формы.

Последнее обстоятельство позволяет предположить, что снижение сопротивления на тихой воде может ухудшить мореходность на волнении различной интенсивности.

В докладе обсуждаются результаты оценки мореходности контейнеровоза с улучшенной формой носовой оконечности по условию минимума сопротивления на тихой воде, при этом размерения, коэффициент общей полноты и сечение по ДП оставались неизменными. Детали процедуры улучшения формы носа приведены в докладе А.В. Печенюка «О развитии метода оптимальной трансформации носовой части судна», представленном на настоящей конференции. Отметим лишь, что уменьшение сопротивления составило около 9%. Исходная и улучшенная формы корпуса приведены на рис. 1 сплошными и пунктирными линиями соответственно.

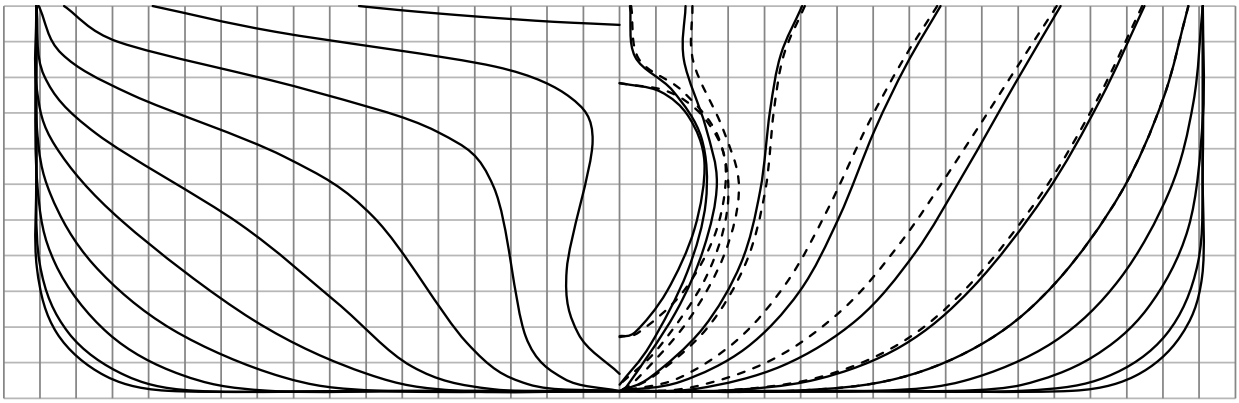


Рисунок 1. Форма корпуса исследуемых объектов

Сравнение характеристик мореходности выполнялось для условий встречного регулярного и нерегулярного волнения. Расчеты мореходности выполнялись с помощью программного комплекса «КАЧКА» [2] в несколько этапов. На первом этапе по методу Франка выполнялись расчеты гидродинамических характеристик качки, что позволило в полной мере учесть все особенности формы корпуса и соотношения главных размерений. На втором этапе рассчитывались передаточные функции качки. На третьем этапе рассчитывались кинематические характеристики (перемещения, ускорения, относительные перемещения и скорости) различных сечений для оценки слемминга, заливаемости, опасных ускорений, разгона винта на регулярном и нерегулярном волнении. На последнем этапе по методу Герритсмы [3] рассчитывалось дополнительное сопротивление при движении на регулярном и нерегулярном волнении.

Анализ результатов сравнения расчетных оценок мореходности на регулярном и нерегулярном волнении показал их практическую идентичность. В качестве примера на рис. 2 приведено сопоставление результатов расчета дополнительного на регулярном встречном волнении в виде зависимости коэффициента сопротивления $\sigma_{AW} = \dfrac{R_{AW}}{\rho g \zeta_a^2 B^2 / L}$ от безразмерной кажущейся частоты.

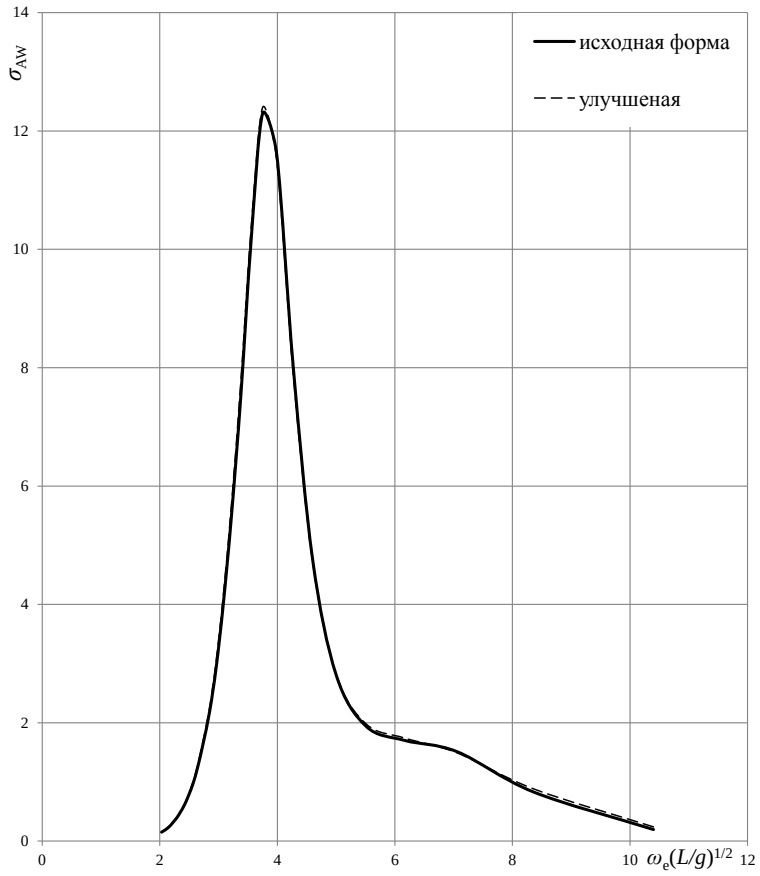


Рисунок 2. Влияние изменений формы корпуса на дополнительное сопротивление на регулярном волнении

Выводы. Изменения формы корпуса контейнеровоза, рассмотренного в докладе, и позволившие снизить сопротивление на тихой воде примерно на 9%, с точки зрения мореходности, могут считаться малыми и не влияющими на его поведение в условиях волнения.

Возможно, что изменения формы носовой оконечности в сочетании с изменениями кормовых обводов приведут к большему влиянию на мореходность.

Последнее предположение требует выполнения отдельных исследований как сопротивления на тихой воде и на волнении, так и дополнительных расчетов качки и кинематических характеристик судна в условиях волнения.

Библиографический список

1. **Bales N.K.** Optimizing the Seakeeping Performance of Destroyer-Type Hulls. [Текст] / Proceedings. 13 ONR Symposium on Naval Hydrodynamics. Tokyo, Japan, October, 1980.

2. **J. M. Guliev.** System of Computer Programs for Prediction of Seakeeping Qualities of Ships and Marine Structures. [Текст] / J. M. Guliev, I. F. Davydov, J. M. Elis // Proc. of 13th Session SMSSH, Vol. 1, Paper No. 33, Varna, Bulgaria, 1984.

3. **J. Gerritsma.** Analysis of the Resistance Increase in Waves of a Fast Cargo Ship. [Текст] / J. Gerritsma, W. Beukelman // ISP, Vol. 19, No. 217, 1972.

УДК 629.5:532

О РАЗВИТИИ МЕТОДА ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НОСОВОЙ ЧАСТИ СУДНА

Печенюк Андрей Владимирович, к.т.н.,
anpech@gmail.com
Национальный университет «Одесская морская академия»

Для оптимизации формы корпуса судна и снижения его сопротивления был предложен метод оптимальной трансформации носовой части (ОТНЧ) [1, 2]. ОТНЧ был применен к корпусам двух судов-объектов: тихоходного судна смешанного плавания (ССП), сопротивление которого удалось снизить на 4,1%, и контейнеровоза KCS [3], для которого было получено снижение сопротивления 8,9%.

Концепция ОТНЧ основана на определенном компромиссе между желанием выстроить математически строгий алгоритм оптимизации формы корпуса и теми методами варьирования его геометрии и оценки изменений в буксировочном сопротивлении, которые характерны для современной проектной практики. Она включает следующие принципы: 1) фиксация неизменных главных размерений и их соотношений, включая величину водоизмещения, а также контура диаметральной плоскости; 2) удельное сопротивление R/∇ служит критерием, который применяется как к корпусу в целом, так и к локальным участкам его поверхности; 3) локальные участки корпуса трансформируются упорядоченно с помощью специальной математической модели, что сопровождаются варьированием распределения водоизмещения корпуса по длине; 4) оценка влияния трансформаций корпуса на его буксировочное сопротивление выполняется с помощью методов вычислительной гидромеханики (CFD); 5) поиск оптимальной конфигурации трансформаций корпуса осуществляется с помощью специально разработанного метода снижения сопротивления.

Если проанализировать принципы, заложенные в ОТНЧ, то можно прийти к выводу, что его точность и адекватность определяется, в основном, точностью оценки сопротивления методами CFD и детальностью трансформаций судовой поверхности.

Наибольшую неопределенность в вопросы точности CFD моделирования вносит вопрос о влиянии структуры и плотности расчетной сетки на получаемые результаты. Поскольку весь объем моделируемого потока невозможно охватить одинаково плотной сеткой, требуется достаточно рационально распределить мелкие ячейки. На практике, как правило, применяется метод сходимости по сетке, который предполагает выполнение серии расчетов с последовательным изменением плотности сетки. Сходимость по сетке считается достигнутой, когда погрешность в контролируемой величине (в нашем случае буксировочное сопротивление) становится случайной, т.е. больше не зависит от плотности сетки. Однако при изменении плотности сетки может меняться и ее структура, которая имеет самостоятельное значение, в результате чего проверка сходимости становится поверхностной. Избежать указанного недостатка можно за счет применения специальных способов формирования расчетных сеток.

Методика численного моделирования, использованная в ОТНЧ, предусматривает формирование расчетной сетки с помощью адаптации начальной сетки в некотором объеме (боксе), выделенном вокруг виртуальной модели корпуса судна. Адаптация заключается в разбиении каждой прямоугольной ячейки на восемь более мелких. Этот подход имеет ряд практических достоинств, ускоряющих расчеты и облегчающих исследование сходимости по сетке. Однако имеется и недостаток, который заключается в скачке размеров ячеек в 2 раза на границе бокса с адаптированной сеткой. Хотя предложенная методика позволила получить результаты, достаточно близкие к экспериментальным, были отмечены [4] определенные проблемы с распространением корабельных волн на границе бокса адаптации у более скоростного судна KCS. Для устранения этих проблем была разработана расчетная сетка, формируемая без использования технологии адаптации [5]. Новая сетка позволила получить лучшее качественное соответствие волнообразования при сохранении той же величины буксировочного сопротивления и уменьшении общего числа расчетных ячеек с 3,7 млн. до 1,8 млн. Но, в то время как сопротивление исходного корпуса KCS осталось практически неизменным, сопротивление корпуса, полученного с помощью ОТНЧ, в новой сетке значительно возросло. Для прояснения этой ситуации были сформулированы более строгие требования к сходимости по сетке, согласно которым плотность сетки должна изменяться при сохранении ее общей структуры.

Для выполнения этих требований предложен способ формирования расчетных сеток, основанный на задании зависимостей относительных размеров ячеек от координат x, y, z внутри расчетной области. Такие зависимости могут сохраняться неизменными, а абсолютные размеры ячеек изменяться путем задания размера базовой ячейки – рис. 1.

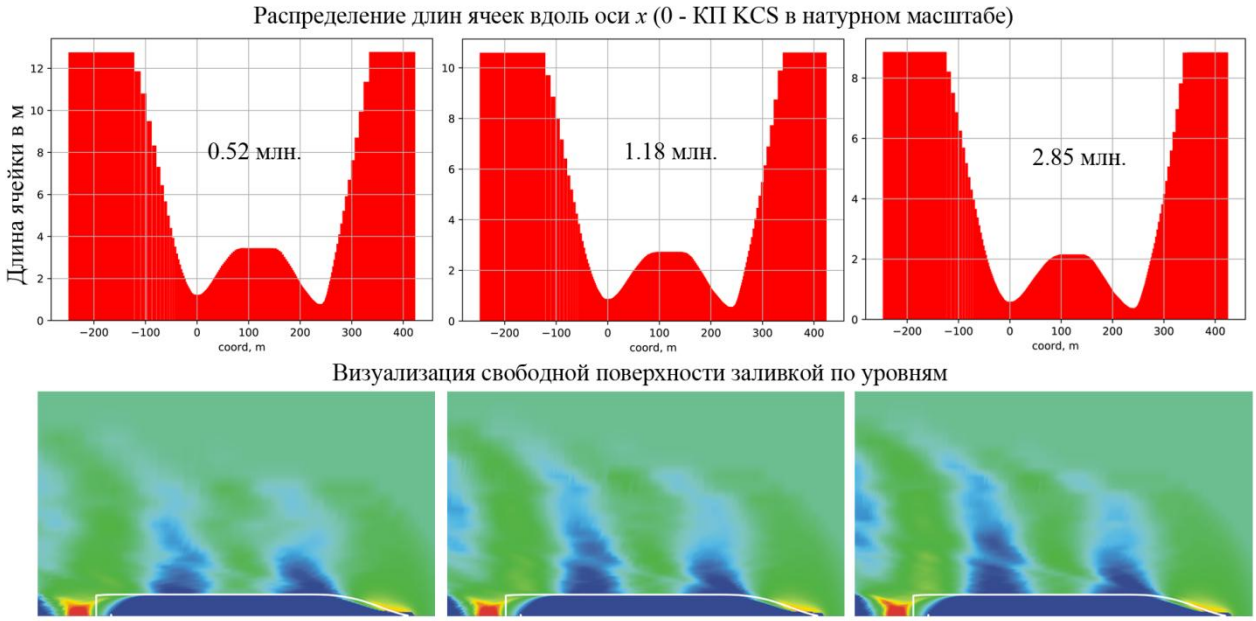


Рис. 1. Формирование расчетных сеток со структурой, не зависящей от размеров ячеек

Исследование сходимости по сетке расчетов с исходными корпусами ССП и KCS, выполненное с использованием предложенного способа, показало, что минимально-обоснованная плотность сетки соответствует примерно 1 млн. расчетных ячеек для KCS и 1,5 млн. для ССП. Для проверки результатов ОТНЧ были использованы подобные сетки с 1,69 млн. (ССП) и с 1,77 млн. (KCS). Согласно полученным результатам, для ССП снижение сопротивления составило 3,8% вместо 4,1%; для KCS – всего 3,4% вместо 8,9%. Очевидно, что в случае KCS недостатки сетки повлияли на функционирование ОТНЧ и привели к определенным ошибкам. Отсутствие подобных ошибок в результатах ССП можно объяснить более низким *Fr*, при котором корабельные волны имеют меньшие размеры относительно корпуса и более удачно взаимодействуют с границами бокса адаптации.

Ввиду выявленного влияния расчетной сетки на функционирование ОТНЧ процедуры оптимизации носовой части KCS решено было повторить с использованием сетки нового типа, одновременно рассмотрев возможности дополнительного уточнения результатов за счет более детальных деформаций судовой поверхности.

При применении ОТНЧ к носовой части KCS [1] носовая ветвь строевой по шпангоутам была по длине разделена на три участка, на которых задавались новые варианты строевой, соответствующие деформациям судовой поверхности. Для получения более детальных деформаций можно было бы ввести большее число участков. Однако этот путь ведет к быстрому уменьшению отклонений от исходной формы корпуса по величине водоизмещения, из-за чего чувствительность CFD моделирования может оказаться недостаточной. Поэтому предложен альтернативный способ более детального варьирования формы строевой, который заключается во введении участков, частично перекрывающих друг друга – рис. 2, что позволяет сохранить отдельные деформации достаточно крупными. Учет таких деформаций в ОТНЧ реализован привязкой приращений объема и сопротивления к точке, соответствующей середине длины рассматриваемого участка. Условие постоянства водоизмещения в этом случае контролируется через постоянство площади под носовой ветвью строевой по шпангоутам.

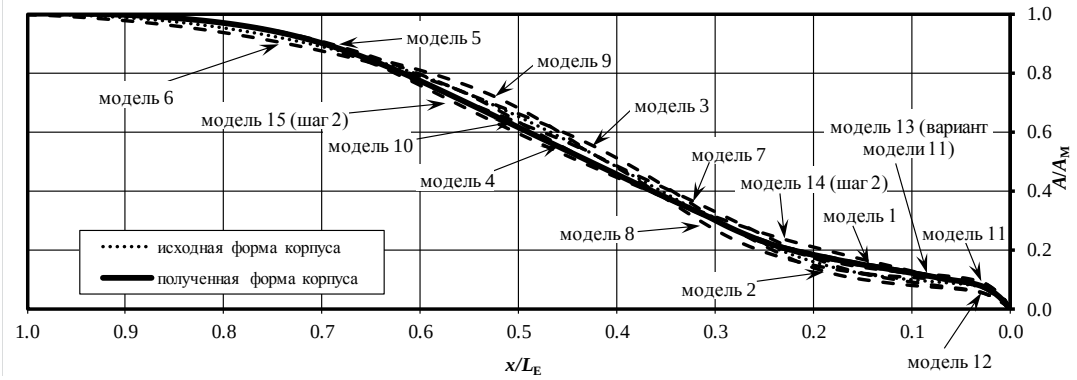


Рис. 2. Модификации строевой по шпангоутам KCS (носовая ветвь)

Указанным способом число участков на первом шаге алгоритма было доведено до 6, число исследованных виртуальных моделей судовой поверхности – до 12. Кроме того, на наиболее чувствительном участке носового бульба был задан дополнительный вариант строевой. Поскольку полученная строевая на некоторых участках достигла максимальных предусмотренных отклонений, был предпринят второй шаг, на котором задействованы еще две модели корпуса. Таким образом, общее число моделей составило 15. Снижение сопротивления составило 4,0%, характер оптимальной деформации носовой части в целом соответствует полученным ранее результатам (полностью соответствует, если рассматривать те же 3 участка строевой, но снижение сопротивление тогда составляет 3,4%).

Выводы. Предложенный способ повышения точности CFD моделирования за счет применения специальных расчетных сеток, а также способ повышения точности работы с геометрией судовых корпусов представляют собой перспективные направления развития метода оптимальной трансформации носовой части судна (ОТНЧ), позволяющие существенно повысить его адекватность и надежность.

Библиографический список

1. **Печенюк А.В.** Метод оптимальной трансформации носовой части судна в задаче снижения полного сопротивления его движению на тихой воде [Текст] / А.В. Печенюк // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2016. – № 2. – С. 40–45.
2. **Давыдов И.Ф.** О практической значимости и достоверности результатов применения метода оптимальной трансформации носовой части судна [Текст] / И.Ф. Давыдов, А.В. Печенюк // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2016. – № 3. – С. 3–10.
3. **Larsson L.** Benchmarking of computational fluid dynamics for ship flow: the Gothenburg 2000 Workshop [Текст] / Larsson L., Stern F. and Bertram V. // J. Ship Res. – 2003. – Vol. 47. – P. 63–81.
4. **Aksenov A.A.** Ship hull form design and optimization based on CFD [Текст] / A.A. Aksenov, A.V. Pechenyuk, D. Vučinić // Proc. of 16th Int. Congress of IMAM (IMAM-2015). – Pula, Croatia, 21–24 September, 2015. – P. 215–223.
5. Investigating the Problems of Ship Propulsion on a Supercomputer [Текст] / A.A. Aksenov, S.V. Zhluktov, D.P. Silaev, S.A. Kharchenko, V.A. Ilyin, A.V. Pechenyuk, E.A. Ryabinkin and V.E. Velikhov // Proc. of Ivannikov ISPRAS Open Conference (ISPRAS-2017), Moscow, Russian Federation, 30 November – 1 December 2017. – Los Alamitos (USA): IEEE, 2017. – P. 124–132.

УДК 629.543(045)

О ТОЧНОСТИ КАЛИБРОВОЧНЫХ ТАБЛИЦ СУДОВЫХ ТАНКОВ

Оберемок Евгений Георгиевич, к.т.н.,
oberemok08@gmail.com
Национальный университет «Одесская морская академия»

Ошибки при определении количества груза на судах, перевозящих наливные грузы, непосредственно отражаются на финансовых показателях грузоотправителя и перевозчика.

Помимо технических параметров и технологических процедур, влияющих на правильное определение количества груза в танке (температура, дифферент судна, плотность груза, забортной воды и т.п.), первостепенное значение имеют правильно рассчитанные калибровочные таблицы (далее - КТ) судовых грузовых танков. Аналогичная ситуация характерна и для танков судового бункера, масла, балласта и воды.

Определению параметров судовых танков посвящены нормативные документы многих международных организаций; International Organization for Standardization (ISO), The American Petroleum Institute (API), The Energy Institute (EI), International Organization of Legal Metrology (OIML), и многих других метрологических организаций в различных странах.

Нормативные документы содержат общие требования относительно процедуры калибровки (определения фактических размеров танков) и подготовки КТ.

Тем не менее, судовые танки отличаются многообразием форм и конструкций. Порой встречаются танки очень сложной формы: с уступами и выгородками в разных плоскостях и уровнях, а также – с пространственными линиями излома.

Некоторые требования нормативов выглядят не вполне обоснованными, так как регламентируют различные требования к танкам правильной («regular shape») и сложной формы («irregular shape»). Для первых допускается погрешность в определении объема в 0,3%, а для вторых – 0,5% и, к сожалению, эти

требования принимаются иными контролирующими и регламентирующими структурами (Администрациями Флага).

Рассмотрим причины появления некорректных КТ судовых отсеков, которые рассчитываются морскими инженерами-проектантами на самом начальном этапе проектирования, так как без информации о характеристиках танков невозможно дальнейшее проектирование судна. Эти характеристики необходимы в расчетах остойчивости, непотопляемости и прочности судна.

Проектирование судна ведется в несколько этапов. На каждом этапе уточняются различные параметры, вносятся корректировки и не всегда эти уточнения приводят к корректировке последней финальной информации.

Практика показывает, что, несмотря на высокую точность судостроительных технологий, КТ судовых танков (и, в первую очередь, танков, содержащих внутренний набор и оборудование), могут содержать ошибки.

При определении величины тереттческой вместимости W_t на первом этапе используются чертежи проектанта. Для этого создается математическая модель танка (матрица координатных точек), описывающая его конфигурацию и определяется величина $W_{drawing}$. Каждая координатная точка «*i*» задается тремя координатами (X_i, Y_i, Z_i). Обычно определяют «n» основных поперечных сечений танка (X_n), и каждое сечение описывается «*m*» точками (Y_m, Z_m).

По объективным причинам, во время строительства судна возникают отклонения (допуски при сварке, при стыковке секций и блоков, стандарты верфи и т.п.) в результате чего, размеры, указанные на чертеже и реальные размеры могут не совпадать. Для учета этих отклонений проводятся соответствующие фактические замеры (калибровка). При наличии внутреннего набора, как правило, проводятся замеры по основным трем направлениям: вдоль судна (*X*), поперек (*Y*) и вертикальный размер (*Z)* и определяют поправочные коэффициенты (которые на практике - очень близки к 1,0).

Фактический объем танка определяется вычетом из теоретической вместимости объема внутреннего насыщения W_{inner}, который рассчитывается по чертежам проектанта, содержащим информацию о наборе, оборудовании, трубопроводах и т.п., расположенных внутри танка. Подобный точный расчет может быть выполнен только на завершающем этапе проектирования судна, когда известна реальная информация о насыщении танка.

Внутреннее насыщение танка распределяется по высоте неравномерно. Поэтому его распределяют по признакам (например, набор продольный и поперечный, трапы, подогрев, трубы и т.п.). Это позволяет более точно определить зависимость $W_{inner} = f(Z)$.

Таким образом, можно констатировать, что существующий метод калибровки не является идеальным и идеальным никогда не будет, т.к. имеет неустранимые погрешности. Поэтому основная задача при выполнении подобных работ заключается в минимизации этой погрешности. точных замеров невозможно.

Наиболее точным способом определения объема специалисты-метрологи считают объемный метод (volumetric method). Для береговых емкостей и относительно малых объемов этот метод является вполне обоснованным и достоверным.

Однако применение его для судовых танков (и в особенности - имеющих внутреннее насыщение) не всегда возможно по ряду причин.

На основании калибровки танка должен быть составлен «Certificate of Calibration» (см. OIML-RL-95).С учетом технологических аспектов представляется необходимым внесение дополнительной информации по результатам калибровки, т.к. рекомендованная проформа «Certificate of Calibration» не является информативной. OIML-RL-95 предписывает (п.5.6.2) по результатам калибровки оформлять также соответствующий протокол. Оригинал протокола целесообразно хранить на судне или подшивать в КТ.

Параметры, содержащиеся в КТ, во многом связаны не только с финансовыми показателями работы судна, но и с безопасностью мореплавания, т.к. влияют на параметры остойчивости судна, а также определяют результаты кренования судна ввиду того, что на многих крупных судах опыт кренования осуществляется при помощи жидкого балласта. Поэтому от проектанта требуется особо тщательно подходить к подготовке математической модели используемых балластных танков, т.к. появление ошибок при расчете их КТ будут давать неверную информацию о величинах кренящих моментов и как следствие – приводить к ошибке в результатах кренования.

Классификационные общества (члены МАКО) не одобряют КТ. Это обусловлено тем, что круг вопросов для МАКО определен международными конвенциями по безопасности мореплавания и предотвращению загрязнения океана. Коммерческие вопросы (в том числе - точное количество погруженного груза или топлива) не входит в их компетенцию.

Выводы. Внесенные на рассмотрение предложения данного доклада направлены на формализацию процедур подготовки КТ судовых танков. В процедурных операциях по данному вопросу существуют пробелы. Эти пробелы обусловлены с одной стороны тем, что данный вопрос напрямую связан с коммерческой деятельностью любого судовладельца, а с другой стороны – нормативной базой, которую

нельзя считать идеальной. Представляется необходимым оформление в пакете с сертификатом о калибровке и калибровочными таблицами еще одного документа – протокола калибровки.

Поэтому позиции заинтересованных сторон (судовладелец, грузоотправитель, метрологические организации, классификационные общества, администрации флага) в проверке, контроле, повторной калибровке танков и т.д., видимо, должна быть основополагающими. Строгий же контроль данной проблемы со стороны судовладельца позволит не только снизить влияние случайных факторов, но и уменьшить погрешность в процессе судовых замеров и снизить непредусмотренные потери.

УДК 629.017

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СМОЧЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА БЫСТРОХОДНОГО КАТЕРА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЕГО ХОДКОСТИ

Некрасов В.А., Ястреба А.П.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Проектирование и расчеты ходкости корпусов современных скоростных судов сопряжены с определенными трудностями. Прежде всего, это связано с отсутствием в открытых источниках достоверной информации о форме корпусов, соотношении главных размерений, коэффициентах формы корпуса этих судов. Классические формы корпуса, представленные в систематических сериях, устарели, и в полной мере не отражают современных тенденций проектирования скоростных судов. Также отсутствуют практические рекомендации о форме, размерах, количестве и месте установки продольных реданов, положению и углах стреловидности поперечных реданов и других деталей корпуса, улучшающих гидродинамическое качество корпуса. Современные расчетные методы CFD – моделирования, такие как FlowVision, требуют высокой квалификации проектанта, а также больших затрат машинного времени, либо применения вычислительной техники с большим числом ядер, что не всегда является доступным. Кроме того, в некоторых случаях, - таких, как с катерами с вентилируемым зареданным пространством, значения результатов расчета сопротивления обычно получаются завышенными. Поэтому проведение буксировочных испытаний моделей в опытовом бассейне по-прежнему остается актуальным и дает высокую сходимость результатов пересчета с натурой.

Сопротивление воды движению глиссирующего судна складывается из сопротивления трения R_F и сопротивления давления R_P, причем эти составляющие характеризуются следующими зависимостями:

- площадь смоченной поверхности Ω, определяющая величину сопротивления трения, существенно зависит от скорости движения судна;

- сопротивление давления при заданном коэффициенте статической нагрузки в основном определяется углом ходового дифферента ψ, и связано с образованием волн, а также с появлением брызговой струи под действием значительных давлений на участках глиссирующей поверхности, соприкасающихся с возмущенным уровнем воды.

При глиссировании, как и в режиме плавания, сопротивление трения составляет значительную часть от общего сопротивления. Доля сопротивления трения при различных значениях коэффициента статической нагрузки в зависимости от режима движения имеет значение от 20 до 85 %.

Проведение эксперимента с моделями в опытовом бассейне позволяет определить остаточное сопротивление модели, основными составляющими которого являются брызговое и волновое сопротивление. Особенностью эксперимента является необходимость обеспечить соответствие с натурой линии приложения буксирующего усилия и устранить сопротивление воздуха установкой перед моделью аэродинамического щита. При различных скоростях движения модели ее положение относительно поверхности воды и площадь смоченной поверхности существенно меняются, поэтому при каждой скорости буксировки необходимо замерять величину скорости v модели, ее ходового дифферента ψ и динамического вертикального перемещения ς, а также определять смоченную длину l и площадь смоченной поверхности Ω. Для определения этих величин используют подводную фотографию, с помощью которой замеряют длину смоченной поверхности вдоль скулы, вдоль киля и осадку на транце. После этого рассчитывают величину площади смоченной поверхности Ω по теоретическому чертежу. Полученные значения площади для каждой скорости используют при пересчете данных модельных испытаний на натуру. Для проведения таких замеров необходима фотоаппаратура с высокой скоростью съемки, установленная в специальных водонепроницаемых боксах.

В современных скоростных опытовых бассейнах при их проектировании и постройке предусматриваются прозрачные окна в бортах и днище чаши, либо специальные колоколы с окнами, в которых размещаются наблюдатели и фотоаппаратура. В этом случае фотосъемка осуществляется как сбоку модели, так и со стороны ее днища. Однако такая конструкция усложняет строительство чаши за счет

дополнительных усилений в районах смотровых окон. К тому же близкое расположение окна колокола к днищу модели оказывает влияние на величину сопротивления за счет ограниченной глубины.

Малые опытовые бассейны, а к их числу относится и опытовый бассейн Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, имеют чашу, сваренную из стальных листов. Изготовление стационарно установленного колокола обычно не представляется возможным ввиду усложнения и удорожания конструкции чаши. Поэтому для проведения фотосъемки обычно используется съемный бокс, закрепляемый при проведении испытаний скоростных моделей на боковой стенке бассейна. Такая конструкция позволяет получить фотографии, обработка которых дает приемлемые значения для расчета длины и площади смоченной поверхности (рис. 1).

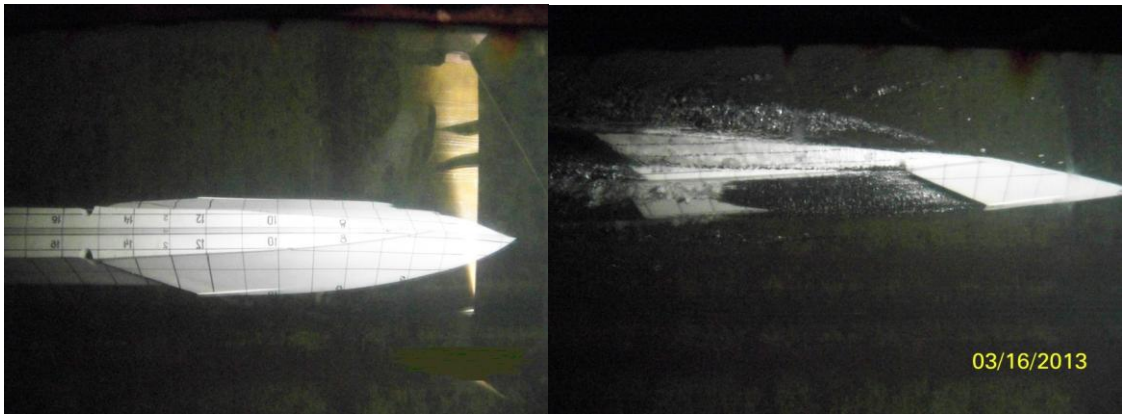


Рисунок 1 – Смоченные поверхности модели быстроходного катера со свободно вентилируемым зареданным пространством Марлин при скоростях движения 0 и 6 м/с.

Однако в тех случаях, когда модель имеет малые углы килеватости днища, измерение смоченной длины по скуле и смоченной длины по килю представляет определенную сложность. В этом случае без фотографий со стороны днища сложно определить и смоченную площадь корпуса.

Для проведения буксировочных испытаний глиссирующей модели катера в опытовом бассейне Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова изготовлена фотоустановка, которая позволяет одновременно получать фотографии как сбоку модели, так и со стороны днища (рис. 2). Кроме того, буксирующее модель устройство выполнено таким образом, что позволяет одновременно с фотографированием модели фиксировать угол ходового дифферента ψ и ходовое вертикальное перемещение корпуса модели ς. Эти обстоятельства обусловили создание уточненного метода определения параметров смоченной поверхности модели с помощью дополнительного использования программного комплекса Maxsurf и выполнения расчетов параметров ее смоченной поверхности (или сразу – натуры) в подпрограмме Equilibrium. Для этого достаточно при определении положения модели относительно свободной поверхности жидкости в подпрограмме Equilibrium достичь в первом приближении таких же значений угла ходового дифферента ψ и ходового вертикального перемещения корпуса модели ς, которые зафиксированы в процессе эксперимента. Картина получаемой при этом смоченной поверхности модели (или натуры) представлена на рис. 5,6. Процесс полного совмещения изображений фотографии подводной сьемки и расчетной поверхности, полученной с помощью подпрограммы Equilibrium, может быть продолжен в последующих приближениях.

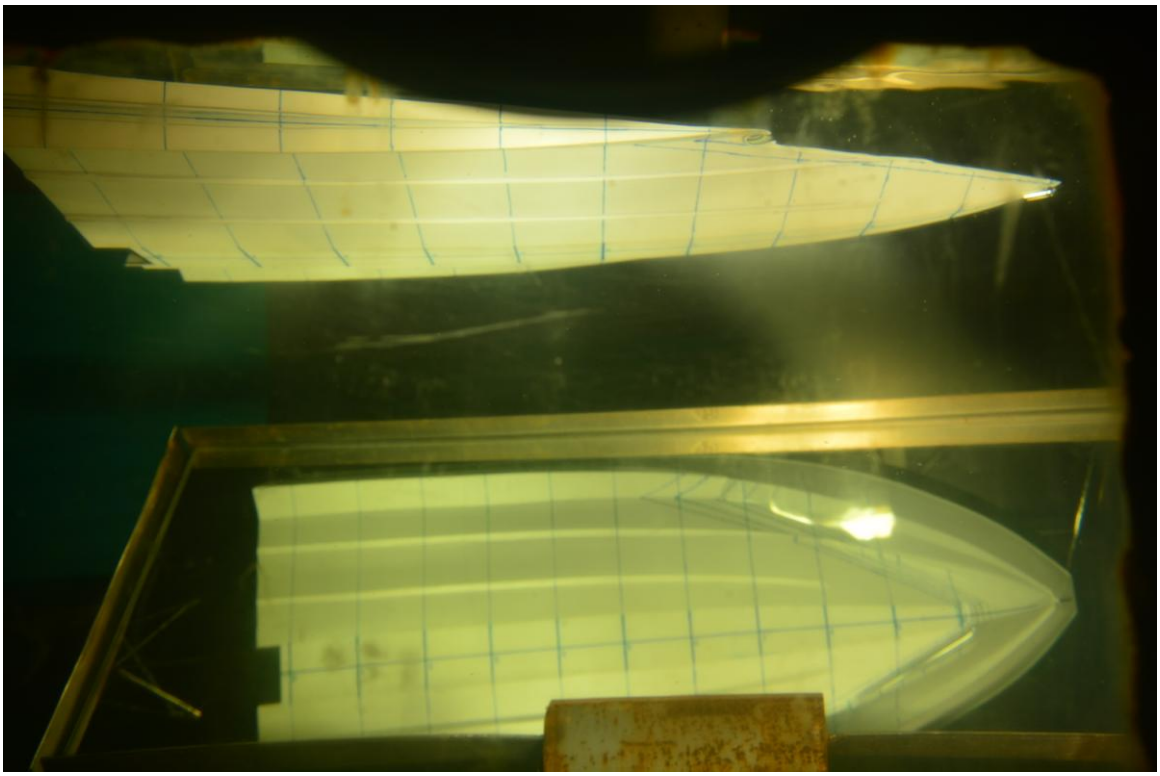


Рисунок 2 – Подводное фото смоченной поверхности модели скоростного катера с зеркальным отражением днища. Скорость – 0 м/с

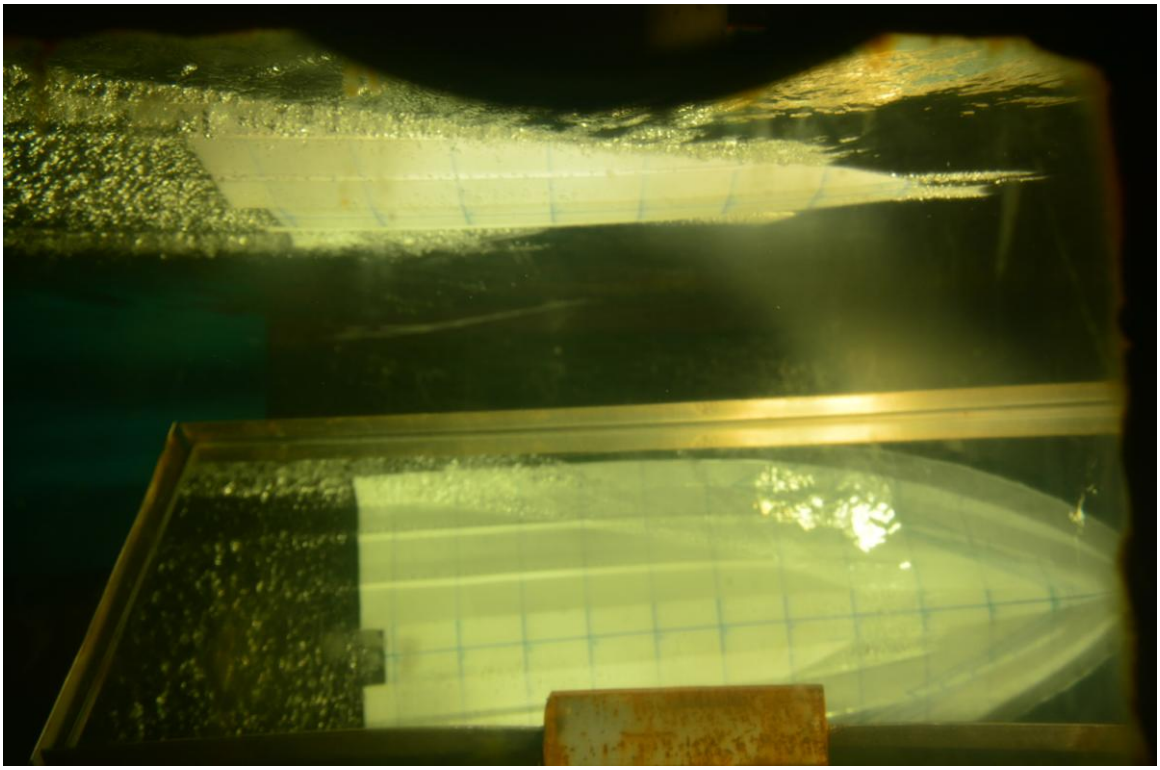


Рисунок 3 – Фотография подводной части корпуса модели скоростного катера с зеркальным отражением днища при скорости движения 6 м/с

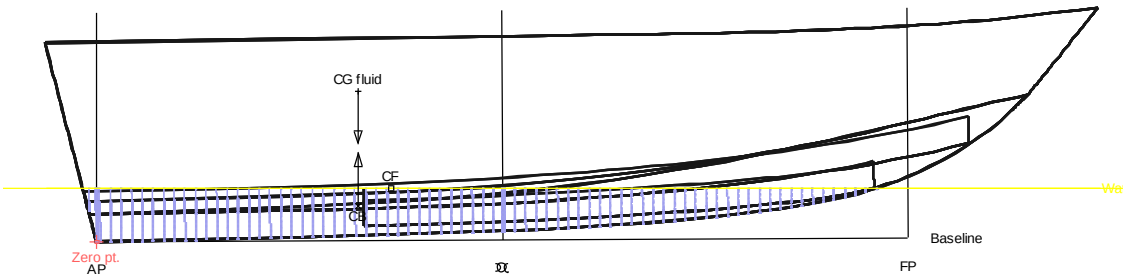


Рисунок 4 – Maxsurf, Equilibrium, вид модели катера сбоку при скорости хода ~ 0 м/с

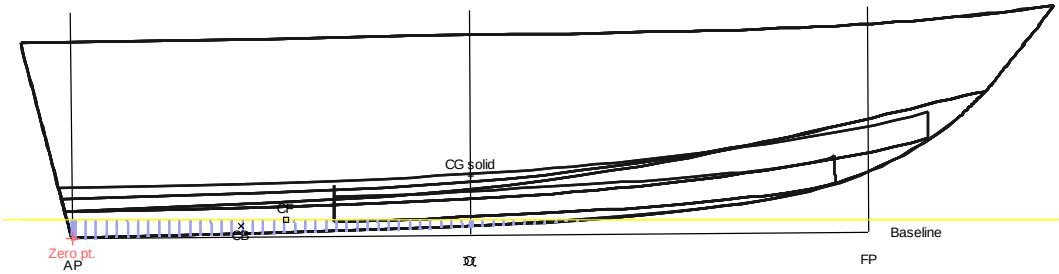


Рисунок 5– Maxsurf, Equilibrium, вид модели катера сбоку при скорости хода ~ 6 м/с

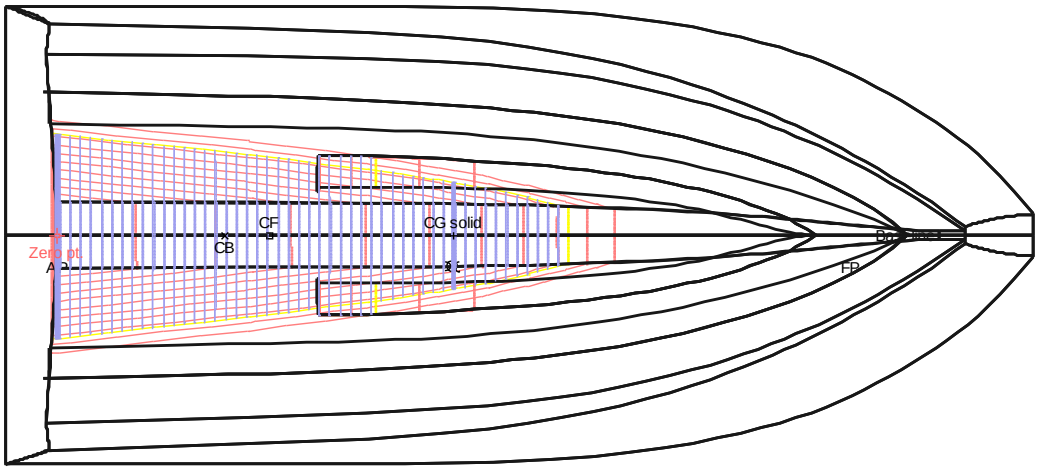


Рисунок 6 – Изображение моченной поверхности глиссирующего катера, полученное с помощью расчетов в подпрограмме Equilibrium при значениях ходового дифферента и ходового всплытия, взятых по данным экспериментальных испытаний катера при той же скорости, которая зафиксирована на фотографии рисунка 3

Сравнение изображений смоченной поверхности катера в режиме развитого глиссирования, представленные на рис. 3 и 5,6, указывает на достаточную близость полученных расчетных параметров смоченной поверхности к экспериментальным значениям, которые необходимо использовать в алгоритмах пересчета экспериментальных данных на натуру.

УДК 629.5.012

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМФОРТНОСТИ ЛОЦМАНСКОГО КАТЕРА НА ЭТАПЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Клева Я.А
klevayana12@gmail.com
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

Мореходность, как комплекс свойств, обеспечивающих судну выполнение своих функциональных операций в заданных гидрометеорологических условиях (рис.1), очень важна для лоцманского катера (ЛК). Проблема обеспечения комфортности при эксплуатации высокоскоростных (ЛК) касается не только экипажа, но и лоцманов, так как влияет на их способность выполнять свои функциональные обязанности, которые в свою очередь направлены на успешное осуществление лоцманской проводки, а значит и на безопасность мореплавания.



Рисунок 1 – Эксплуатация ЛК в сложных метеорологических и штормовых условиях

Исследования по прогнозированию показателей комфортности на начальных стадиях проектирования для СМПВ представлены в [1]. В [2] рассмотрены вопросы определения характеристик качки проекта мегаяхты в программном комплексе Maxsurf Motion. Проблема обеспечения повышенной комфортабельности быстроходных пассажирских судов подробно освещена в [3]. Расчетные зависимости для вертикальных ускорений, начальной остойчивости и периода качки для скоростных судов предложены в [4]. В результате анализа последних публикаций и исследований можно сделать вывод, что проблема адекватной оценки показателей комфортности ЛК на этапе концептуального проектирования является недостаточно изученной, поэтому выбор соответствующих расчетных методик для использования их в математической модели проектируемого ЛК является актуальным и требует детального рассмотрения.

Система функциональных ограничений в оптимизационной задаче проектирования ЛК [5] выдвигает следующие требования к комфортности:

– максимальное значение вертикальных ускорений

$$a_{CG} \le 0{,}25g\,;$$

– минимальное значение поперечной метацентрической высоты

$$GM_t \ge h\,,$$

где h = 0,15 м – в соответствии с требованиями [9] и h = 0,5 м – для [8];

– по обитаемости, обеспечивающей плавность процессов качки судна

$$T_\theta \ge 6 \text{ с},$$

где T_θ – период бортовой качки судна, с;

– по величине *MSI* (Motion Sickness Incidence), %, определяемой по критерию O'Hanlon и McCauley [7].

$$MSI \le 10\%.$$

Поведение судна в реальных морских условиях характеризуется вертикальные ускорениями, потерей скорости, заливаемостью и забрызгиванием, слемингом, оголением гребных винтов, нарушением нормальных условий работы механизмов и систем, вибрацией корпуса и прочим. При движении судна на волнении в результате воздействия на человека вышеперечисленных факторов, возникают следующие явления (рис.2).

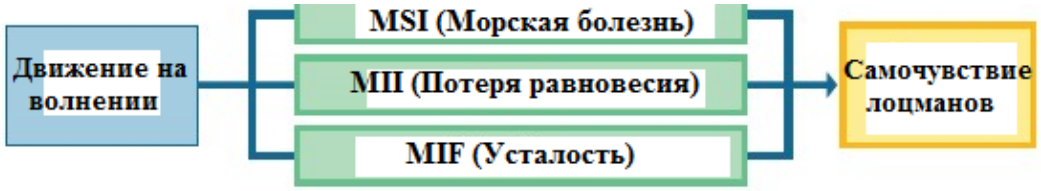


Рисунок 2 – Влияние движения на волнении на самочувствие людей

Наибольшее влияние на самочувствие людей оказывают вертикальные ускорения:

- Низкочастотные ускорения вызывают то, что принято называть «укачиванием» или «морской болезнью» (*MSI* – Motion Sickness Incidence), которая проявляется в снижении или даже полной потере работоспособности, появлении головной боли, тошноты и рвоты;
- Среднечастотные ускорения вызывают затруднённость перемещений и функционирования, потерю равновесия (*MII* – Motion Induced Interruptions) и усталость (*MIF* – Motion Induced Fatigue). Комфортной величиной считается индекс *MII* ≤ 1/мин. (т. е. если приходится отвлекаться на удержание равновесия 1 раз в минуту);
- Высокочастотные ускорения вызывают общую вибрацию тела (*WBV* – whole body vibrations), которая при воздействии на человека приводит к усталости (*MIF*), в отдельных случаях – к заболеваниям и травмам [6].

Для оценки уровня комфортности лоцманов на борту ЛК использован показатель *MSI* (Motion Sickness Incidence). *MSI* – число случаев проявления морской болезни у пассажиров, отнесенное к их общему числу на борту судна,%. Рассматриваются фиксированные промежутки времени в зависимости от частотного спектра морского волнения, регламентируемого стандартом ISO 2631/3. Приемлемым значением *MSI* считается 10 % за время воздействия до двух часов [7].

Величина MSI зависит от величины вертикальных ускорений; частоты вертикальных перемещений и длительности их воздействия на человека. Приближенное значение показателя *MSI* может быть определено по эмпирической формуле [1]:

$$MSI = 100F\ \ Z_a\ \ F\ \ Z_t\ \ ,\ \ \%,$$

Необходимое для расчета *MSI* определение среднеквадратического значения вертикального ускорения a_{RMS}, производится с использованием метода прогнозирования вертикальных ускорений [4], с учетом поправок Lloyd'sRegister 1996. Расчет позволяет предвидеть среднее число 1/100 максимальных ускорений в центре тяжести катера при встречном курсовом угле.

$$a_{1/100} = 0,0015 \cdot \tau \cdot L_1 \cdot \ \ H_1 + 0,084\ \ \cdot\ \ 5 - 0,1 \cdot \beta_X\ \ \cdot \Gamma^2, \qquad (1)$$

Из (1), пересчитанного в среднеквадратическое, получена формула для определения прогнозируемого среднеквадратического ускорения

$$a_{RMS} = \frac{\tau \cdot L_1 \cdot \ \ H_1 + 0,084\ \ \cdot\ \ 5 - 0,1 \cdot \beta_X\ \ \cdot \Gamma^2}{3737}, \qquad (2)$$

где $\Gamma = \frac{v_{\max}}{\sqrt{L_{WL}}}$ $L_1 = \frac{L_{WL}}{B_X} \cdot \frac{B_X^3}{\Delta}$ $\frac{L_{WL}}{B_X} \geq 3;\quad H_1 = \frac{H_{1/3}}{B_X} \geq 0,2 \cdot$

Угол килеватости на середине длины ватерлинии $\beta_X \leq 30°$; угол дифферента принимаем равным $\tau = 3°$. Величина a_{RMS} легко трансформируется для получения другой совокупности статистических данных посредством следующего соотношения:

$$a_{1/N} = a_{RMS} \cdot \ 1 + \ln N\ \ , \qquad (3)$$

Теперь, предварительно посчитав $a_{1/100}$ (1) и используя (3), можно рассчитать среднеквадратическое ускорение:

$$a_{RMS} = \frac{a_{1/100}}{5,605}, \qquad (4)$$

Влияние волнения на самочувствие людей определяется критерием устойчивости человека к вертикальным ускорениям в соответствии с ISO 2631/3, применяемым для оценки максимального допустимого времени воздействия на экипаж таких ускорений. Допустимая продолжительность воздействия в часах приближенно определяется для соответствующего диапазона частот волны:

$$\begin{matrix} 0,1 \le f_E \le 0,315 \\ 0,315 \le f_E \le 0,63 \end{matrix}, \quad (5)$$

Частота волны в Гц при встречном курсовом угле при известном периоде волнения:

$$f_E = \frac{1}{T_0} - \frac{v \cdot \cos \mu \cdot /180}{T_0^2 \cdot \frac{g}{2 \cdot \pi}}, \quad (6)$$

Период волнения в секундах для приближенной оценки находится как:

$$T_0 = 4,45 \cdot H_{1/3}^{0,406}, \quad (7)$$

Период качки $T_{rolling}$ рассчитывается в соответствии с Resolution A.749.

$$T_{rolling} = \frac{2 \cdot C \cdot B_X}{\sqrt{GMt}}, \quad (8)$$

где $C = 0,373 + 0,023 \cdot B_X / T_X - 0,043 \cdot L_{WL} / 100$; B_X, T_X, L_{WL} – ширина, осадка, длина по ватерлинии, м; GMt – начальная поперечная метацентрическая высота, м.

В целом расчет начальной остойчивости заключается в определении начальной поперечной метацентрической высоты по приближенной зависимости:

$$GMt = KB + BMt - KG, м \quad (9)$$

Аппликата центра величины от основной линии (Vertical Centre of Buoyancy) *KB*, м, находится как модификация формулы Papmel [4].

$$KB = 0,961 \cdot T_X \left(1,048 - \frac{C_B}{C_B + C_{WP}}\right), м \quad (10)$$

Поперечный метацентрический радиус BMt определяем из выражения:

$$BMt = \frac{I_T}{\nabla}, м \quad (11)$$

где $I_T = C_{IT} \cdot L \cdot B^3 / 12$ – поперечный момент инерции площади ватерлинии, м^4, коэффициент – $C_{IT} = 1,316 \cdot C_{WP} - 0,394$; ∇ – объемное водоизмещение, м^3.

Аппликату центра тяжести (Center of Gravity) *KG* на данном этапе принимают приблизительно равной 70% от высоты борта катера – $KG=0,7D_X$.

Выводы. Предложенные зависимости для определения вертикальных ускорений, начальной метацентрической высоты, периода качки позволяют на стадии концептуального проектирования ЛК оценить показатели комфортности. Полученные значения рекомендуется использовать в виде ограничений в математической модели и оптимизации основных характеристик судов данного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бойко А.П.** Влияние уровня комфортности на эффективность пассажирских судов с малой площадью ватерлинии / А.П. Бойко, А.В. Бондаренко, О.Ю. Куклина // Perspective innovations in science, education, production and transport ‘2016: Материалы Международной научной конференции SWorld. – 20-27 декабря 2016г. – http://www.sworld.education/conference/year-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/dec-2016

2. **Кучеренко В.В.** Исследование характеристик качки мегаяхты на маршрутах Черного моря / В.В. Кучеренко, А.С. Киченко // Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – м. Миколаїв, 17–18 травня 2017 р. – Миколаїв: НУК, 2017. – С. 79 – 81.

3. **Нгуен Гуй Хоанг** Определение оптимальных главных элементов быстроходного пассажирского судна [Текст] : дисертація на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.08.03 – Конструирование и постройка судов / Нгуен Гуй Хоанг. – Николаев, 2014. –221 с.

4. **Grubisic I.** Reliability of Attribute Predictionin Small Craft Concept Design [Text] / I. Grubisic, E. Begovic // Proc. of XIV IMAM Congress. – Genoa, 2011. – 13th – 16th September. – P. 439 – 448.

5. **Клева Я.А.** Особенности выбора оптимальных характеристик лоцманских катеров [Текст] / Я.А. Клева, А.В. Бондаренко // Науковий вісник ХДМА. – Херсон: Видавництво ВНЗ "ХДМА", 2012. – № 1 (7). – С. 62–68.

6. **Назаров А.** Обеспечение комфорта при проектировании яхт [Текст] / А. Назаров // Катера и яхты. – 2007. – № 5(209). – С. 96–101.

7. **O'Halon J.P.** Motion Sickness Incidence as a Function of Frequency and Acceleration of Vertical Sinusoidal Motion [Text] / J.P. O'Halon, M.E. McCauley // Aerospace Medicine. – 1974. – № 45 (4) – P. 366–369.

8. Регистр судоходства Украины. Правила классификации и постройки малых судов [Текст] / Регистр судоходства Украины. – К.: Регистр судоходства Украины, 2002. – Т.1, Т. 4.

9. Правила классификации и постройки высокоскоростных судов [Текст] /Российский морской регистр судоходства. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2008. – 182 с.

УДК 629.58

СТВОРЕННЯ ВІДЕОКОМПЛЕКСУ САМОХІДНОГО ПРИВ'ЯЗНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА У ЯКОСТІ ОБ'ЄКТА СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ НА РАННІХ СТАДІЯХ ПРОЕКТУВАННЯ

Клочков О.П.
oleksandr.klochkov@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

У класичній конфігурації самохідного прив'язного підводного апарата (СППА) з двома маршовими та одним вертикальним рушіями основним технологічним обладнанням для виконання підводно-технічних робіт (ПТР) є відеокомплекс (ВК) [1]. За його допомогою виконують пошукові та інспекційні ПТР.

Відеокомплекс для отримання якісного відеозображення об'єктів у підводному середовищі включає до свого складу безпосередньо аналогову чи цифрову відеокамеру та освітлювальне обладнання у вигляді одного чи декількох світильників підводного виконання, що забезпечують коректну роботу відеокамери на визначеній глибині.

Згідно системного підходу для рівнянь існування маса ВК складатиметься з маси відеокамери $m_к$ та маси світильників підводного виконання $m_{спв}$ у кількості n [2]. Аналогічним чином буде визначатися об'єм ВК.

$$m_{вк} = m_к + n \cdot m_{спв}$$
$$V_{вк} = V_к + n \cdot V_{спв}$$

Стосовно визначення потужності вигляд виразу буде подібним щодо маси та об'єму.

$$P_{вк} = P_к + n \cdot P_{спв}$$

Відповідним чином буде виглядати вираз, що стосується інтенсивності інформаційного обміну.

$$I_{вк} = I_к + n \cdot I_{спв}$$

У випадку ж четвертої складової системного підходу, а саме рівня функціональності, відеокомплекс може мати такі опції:

- дистанційна зміна фокусної відстані відеокамери;
- перехід відеокамери з кольорового режиму у чорно-білий та навпаки;
- можливість увімкнення світильників підводного виконання у потрібних комбінаціях;
- зміна яскравості світильників підводного виконання.

Висновки: створення ВК на ранніх стадіях проектування СППА передбачає, що значення розглянутих параметрів згідно технічного завдання $m_{вк_тз}$, $V_{вк_тз}$, $P_{вк_тз}$, $I_{вк_тз}$ має бути рівним чи більшим за відповідні значення, що розраховані за фактом, а саме $m_{вк_тз} \geq m_{вк}$, $V_{вк_тз} \geq V_{вк}$, $P_{вк_тз} \geq P_{вк}$, $I_{вк_тз} \geq I_{вк}$. Ці нерівності у купі з відповідністю до рівня функціональності, вимоги якого прописані у технічному завданні, і дають змогу стверджувати про можливість створення ВК і перехід до наступних стадій проектування.

Список літератури:

1. Створення універсальних транспортних суден та засобів океанотехніки: монографія. – за ред. С.С. Рижкова. – Миколаїв: НУК, 2011. – 340 с.

2. **Блінцов, В.С.** Рівняння існування самохідної прив'язної підводної системи як оцінка можливості її створення. – Журнал «Підводні технології», вип. 3, 2016. – С. 25-30.

ПРОБЛЕМЫ НЕПОТОПЛЯЕМОСТИ СУДОВ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ СПОСОБОМ ГРУЗООБРАБОТКИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Рутковский В.В., студент гр.6112м
stalkerbor080396@gmail.com
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Все транспортные суда подразделяются на пассажирские (имеющие 12 и более пассажирских мест) и грузовые.

В свою очередь, грузовые суда подразделяются на сухогрузные и наливные.

Нас в этой работе будут интересовать сухогрузные суда с горизонтальным способом грузообработки.

Суда с горизонтальным способом грузообработки:

- накатные суда — суда типа Ro-Ro (Roll on/Roll off), предназначенные для перевозки различной техники на палубах, включая верхнюю палубу;
- паромы — судно, предназначенное для регулярной перевозки пассажиров, а также железнодорожного подвижного состава и/или безрельсового транспорта (с грузом или без груза).

Проблема обеспечения непотопляемости является для судов с горизонтальной грузообработкой одним из «больных» вопросов. Как известно, непотопляемость судна обеспечивается запасом плавучести. Чтобы запас плавучести расходовался не сразу, корпус судна разделяется водонепроницаемыми преградами на изолированные отсеки. Обычно в качестве основных водонепроницаемых преград на сухогрузных судах рассматривается поперечные переборки. Однако установка сплошных поперечных переборок в грузовых помещениях судов с горизонтальной грузообработкой сделает такую грузообработку невозможной. Поэтому большинство судов данного типа вообще не имеют поперечных переборок в грузовых помещениях. На многих из них всего четыре водонепроницаемых переборки: форпиковая, переборка между диптанком и трюмом, носовая переборка машинного отделения и ахтерпиковая. Причем лишь форпиковая переборка доведена до верхней палубы, а остальные – только до главной.

Принятая в 1974 году резолюция ИМКО «Трейлерные суда для перевозки грузовиков и их водителей в количестве более 12 человек» (документ MSC XXXI/II от 18.10.74) разрешает устанавливать водонепроницаемые двери неклинкетной конструкции в грузовых помещениях судов с горизонтальной грузообработкой. На ряде судов в грузовых помещениях поперечная переборка с водонепроницаемыми широкими воротами установлена ниже главной палубы. Наличие таких переборок ниже главной палубы способствует повышению живучести судна, но не решает полностью проблему обеспечение непотопляемости. Специалисты классификационных обществ склоняются к тому, что наиболее приемлемым для выполнения на СГГ требования к непотопляемости является разделения грузовых помещений водонепроницаемыми переборками, доведенными до верхней палубе и снабженными большими воротами для проезда колесной техники. Это мнения подтверждает исследование Норвежского совета по научным и техническим исследованиям(NTNF), который рассмотрел живучесть СГГ в аварийных условиях при бортовой пробойне. Из четырех вариантов подразделение судна на отсеки лучшие показатели по аварийной остойчивости были получены при разделении судна поперечными водонепроницаемыми переборками. Также есть суда,у которых поперечные переборки доведены до верхней палубы. Примерами таких являются суда «Boogabilla» и «Tourcoing».Это крупные суда грузовместимостью 60000 $м^3$. На малых и средних СГГ переборки, даже снабженные воротами, все же осложняют и замедляют грузовые операции. Также как и на большинстве судов, для обеспечения большей живучести на данных судах есть двойные борта.

Список литературы

1. Архитектура судна – СПб.: СПбМТУ,2014.-29 с.:ил.
2. **Мирохин Б.В., Жинкин В.Б., Зильман Г.И.** Теория корабля, Учебник. Л.: Судостроение, 1989. - 352 с.
3. https://www.vesselfinder.com/ru/vessels
4. **Барабанов, Н. В.** Конструкция корпуса морских судов : учебник. В 2 т. Т. 1 / Н. В. Барабанов, Г. П. Турмов. - СПб. : Судостроение, 2002. – 472 с.
5. **Протопопов, В. Б.** Конструкция корпуса судов внутреннего и смешанного плавания : учебник / В. Б. **Протопопов, О. И.** Свечников,Н. М. Егоров. – Л. : Судостроение, 1984. – 376 с.

УДК 629.5.01

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСОВ НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДНА

Симутенков И. В., к.т.н., инженер
ivan.simutienkov@damen.com
ООО «Марин Дизайн Инжиниринг Николаев»,

Оперативное прогнозирование ресурсов необходимых для разработки и реализации проекта судна на этапе подготовки технического задания и предконтрактных проработок представляет собой актуальную задачу, стоящую перед проектантом. Кроме того, зачастую в современных условиях для оптимизации расходов и сокращения периода ожидания готового судна заказчиком, этапы проектирования и строительства совмещают [1]. Поэтому в сжатые сроки, как правило, до начала проектирования необходимо с заданной точностью определить перечень и объем ресурсов (людских, материальных, временных и т. п.), которые потребуются для проектирования и строительства будущего заказа в заданный срок. Для этих целей существующая у проектанта и строителя информация обобщается и формализуется. Сложность заключается в том, что, как правило, большинство реализованных проектов судов значительно отличаются друг от друга, объем выборки ограничен, а данные не однородны [2].

С другой стороны, нормой современного проектирования является разработка виртуальной 3D модели, включающей в себя все основные и большинство второстепенных элементов будущего судна. Виртуальная 3D модель в зависимости от ее детализации используется в расчетах прочности, ходкости, остойчивости, и т. п., является основой выпуска рабоче-конструкторской и технологической документации, а также информационным ядром всего жизненного цикла заказа [3]. С помощью 3D модели на различных этапах проектирования и строительства могут быть получены большинство количественных характеристик (массы, объемы, площади, длины и т.п.), а после завершения проекта такая модель становится удобным источником статистической информации и может использоваться для целей прогнозирования будущих проектов.

В данной работе приведены некоторые результаты, полученные в результате анализа 10-ти проектов однокорпусных моторных судов (L=8,5…29,9 м) с малым удлинением (L/B < 6) из стали категории А и алюминиево-магниевого сплава 5083Н111. Источником информации о временных затратах на проектирование и строительство служило хронометрирование, о прочих материальных затратах - данные по снабжению и заказным ведомостям предприятия строителя.

Суть методики состоит в том, что на протяжении строительства собирались все доступные данные по множеству ресурсов, необходимых в процессе проектирования и строительства. Полученный массив данных распределялся по категориям (материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость и т. п) и показателям (количество деталей, площади окраски, длины кромок деталей и т. д). Полученные по каждому показателю значения наносились на графики в зависимости от кубического модуля ($L*B*H$) для соответствующего судна, полученный таким образом набор точечных данных аппроксимировался подходящей (R^2>0,8) функцией. Полученный таким образом набор функций используется для прогнозирования и в укрупненых расчетах на начальных этапах проектирования, а по мере выполнения последующих проектов пополняется и уточняется.

Результатом работы является методика, позволяющая на предконтрактном этапе прогнозировать ресурсы, необходимые для проектирования и строительства будущего судна.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика, позволяющая на на предконтрактном этапе прогнозировать ресурсы, необходимые для проектирования и строительства будущего судна (трудоемкость, материалы) с учетом совмещения процессов проектирования и строительства.

2. Дальнейшее совершенствование методики позволит проводить оптимизацию процесса проектирования – строительства и готовить рекомендации по снижению его себестоимости;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Половинкин В. Н** Подготовка строительства кораблей ограниченной серии на «Северной верфи» и пути ее совершенствования [Текст] / В. Н. Половинкин, А. Б. Фомичев, С. В. Преснов // Морской вестник.- 2012. - №3. - С. 29-33
2. **Францев М. Э** Способ проектного обоснования главных элементов и других характеристик судов из композиционных материалов при помощи анализа баз данных [Текст] / М. Э. Францев // Весник Астраханского государственного технического университета.- 2011. - №1. - С. 20-24
3. **Донахью М.** Требование XXI в. к мировому судостроению: создание условий для обеспечения совместного проектирования, визуализации и постройки [Текст] / М. Донахью, С. Блэйквей, Ф. Барбарэн // Морской вестник.- 2009. - №2. - С. 92-100

УДК 681.51

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ПІДВОДНИХ КОМПЛЕКСІВ З ГНУЧКИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ

Буруніна Жанна Юріївна, кандидат технічних наук, доцент,
Куценко Павло Станіславович, аспірант,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Підводні комплекси з гнучкими зв'язками (ПКГЗ) утворюють великий клас засобів морської робототехніки (ЗМР) і об'єднують прив'язні самохідні, буксирувані та опускні апарати і системи [1]. Вони активно застосовуються в усіх провідних морських країнах світу для виконання широкого спектру пошукових, аварійно-рятувальних, інспекційних, науково-дослідних та спеціальних підводних місій.

До основних типів ПКГЗ належать самохідні прив'язні підводні системи (СППС, в англомовній літературі – Remotely Operated Vehicle, ROV), буксирувані підводні системи (БПС, в англомовній літературі – Towed Underwater Vehicle, TUV) та опускні підводні системи (ОПС, в англомовній літературі – Cable-Pull Vehicle, CPV).

Характерною особливістю ПКГЗ є наявність у їх складі гнучких зв'язків у вигляді кабель-тросів і кабель-буксирів, які служать для передачі електроенергії на підводні апарати, буксирування підводних апаратів, керування ними та передачі інформації від них у реальному часі.

Традиційно проектування ПКГЗ проводиться з урахуванням впливу гнучких зв'язків на роботу підводного комплексу у квазістаціонарних режимах [2-4]. До них належать проектні розрахунки з визначення сил та моментів, які виникають на твердих і гнучких елементах ПКГЗ при їх усталеному русі в потоці води в заданих діапазонах швидкостей і глибин руху буксируваних підводних апаратів.

Проте, у зв'язку зі зростанням вимог до якості створюваних ЗМР, зокрема, до точності автоматичного керування у перехідних режимах їх підводного руху, постає наукове завдання створення методології визначення сил та моментів гідродинамічної природи, що виникають у динамічних режимах функціонування ПКГЗ. Це обумовлює актуальність розробки узагальненої методики проектування ПКГЗ із урахуванням сучасних досягнень у суміжних галузях знань – теорії системного аналізу, теорії композиційного проектування, гідромеханіки, математичного та комп'ютерного моделювання, автоматики тощо.

У доповіді наводиться узагальнена методика проектування ПКГЗ на ранніх етапах їх створення, коли вихідними даними для проектування є попередні експлуатаційні вимоги на створюваний комплекс, а результатом проектування мають бути технічні характеристики створюваного засобу морської робототехніки.

В основу методики покладено систему рівнянь існування ЗМР [5], доповнені рівняннями динаміки гнучких зв'язків створюваних ПКГЗ – кабель-тросів та кабель-буксирів СППС, БПС та ОПС. При цьому, пропонується використовувати повний спектр рівнянь існування – рівняння мас і об'ємів елементів ПКГЗ, рівняння балансу енергії та інформації, а також рівняння функціонування (використання ПКГЗ за призначенням).

Для моделювання динаміки гнучкого зв'язку у потоці води пропонується використовувати математичну модель кабель-троса з автоматичним контролем осьового руху його елементів [6].

Висновок. На основі застосування обраних систем рівнянь усталеного та акселеративного руху елементів ПКГЗ розроблено узагальнений алгоритм визначення сил і моментів гідродинамічної природи як методологічну основу проектування ПКГЗ з урахуванням сучасних вимог до створюваних засобів морської робототехніки неавтономного типу.

Література.

1. **Blintsov, O.** Architectural and structural type of self-propelled tethered underwater vehicles with improved maneuverability [Текст] / O. Blintsov // Підводні технології. – 2016. – № 3. – С. 31–40.

2. **Егоров В.И.** Подводные буксируемые системы. Учеб. пособие. — Л.: Судостроение, 1981. -304 с.

3. **Linklater A.** Design and Simulation of a Towed Underwater Vehicle. Thesis submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Aerospace Engineering. Blacksburg, Virginia, 2005. 148 Pages.

4. **Fossen, T. I.** Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control. John Wiley & Sons, Ltd. 2011. 575 Pages.

5. **Блінцов, В.С.** Рівняння існування самохідної прив'язної підводної системи як оцінка можливості її створення. / В. С. Блінцов, О. П. Клочков // «Підводні технології», 2016. – №3. – С. 25-30.

6. **Blintsov O.** Development of the mathematical modeling method for dynamics of the flexible tether as an element of the underwater complex [Text] / O. Blintsov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol. 1. — Issue 7. — Pp. 4–14.

УДК 629.5.022.25

ОПТИМІЗАЦІЯ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОРАБЛЯ БЕРЕГОВОЇ ОХОРОНИ МОРСЬКОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Кондратьєва Л.Ю., , зав. сектору академічної мобільності та грантової діяльності,
kondratieva.lilia@gmail.com,
Тинянський М. І., аспірант кафедри ТПС
tynyanskiy@gmail.com
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Значна кількість кораблебудівних завдань, які вирішуються в проектно-конструкторських організаціях, обумовлює складність їх поетапного виконання. Така задача як вибір основних геометричних характеристик кораблів на ранніх стадіях розробки проекту є найбільш складною, оскільки на даному етапі приймається більше половини принципових проектних рішень, а також формується зовнішній вигляд корабля.

Виходячи з складності даної проблеми, вибір основних характеристик корабля необхідно проводити в кілька взаємопов'язаних між собою етапів. Спочатку проектант самостійно, або за допомогою замовника визначає доцільність створення даного конкретного корабля і визначає чи уточнює початкові дані (завдання на проектування) для безпосередньої розробки проекту. Відповідно до прийнятої в теорії проектування суден термінологією [1] подібний вибір називається зовнішнім проектуванням, а сама задача – завданням оптимізації. Для її вирішення, перш за все, потрібно вивчити умови оперативного використання проектованого КБО, характеристики основних умов його експлуатації, умови використання проектованого корабля в майбутньому. Крім того, у зовнішній задачі проектування повинно враховуватися стан і перспективи розвитку суднобудівної промисловості. Ці дані є основою для створення оперативно-тактичного завдання на розробку проекту та в подальшому використовуються для вирішення задачі оптимізації основних елементів корабля (завдання внутрішнього проектування).

Водотоннажність КБО типу СМПВ доцільніше визначати за допомогою спільного рішення зовнішньої і внутрішньої задачі проектування. У даній роботі за основу взято клас патрульних суден типу Inshore Patrol Vessel − IPV до 1000 (т) [2].

На підставі вищевказаних міркувань і відповідно до основних операцій системного підходу – декомпозиції і композиції, зовнішня і внутрішня задача проектування конкретного КБО формулюються з використанням стохастичного підходу і розглядаються спільно.

Передбачається, що цільова функція підлягає мінімізації [2]. В цьому випадку, математична формулювання завдання умовної оптимізації має вигляд:

$F(X)\rightarrow\min$;

при обмеженнях:

$G_j(X)\geq 0$, (j=1,...,m);

$(x_i)_{min}\leq(x_i)\leq(x_i)_{max}$, (i=1,...,n);

де $F(X)$ – цільова функція; $Gj(X)$ – функціональні обмеження;

$(x_i)_{min}$, $(x_i)_{max}$ – нижню і верхню допустимі значення і-ой незалежної змінної.

Методи штрафних функцій відносяться до групи непрямих методів вирішення завдань нелінійного програмування. Вони перетворюють завдання з обмеженнями в послідовність завдань безумовної оптимізації деяких допоміжних функцій. Останні виходять шляхом модифікації цільової функції за допомогою функцій-обмежень таким чином, щоб обмеження в явному вигляді в задачі оптимізації не фігурували. Це забезпечує можливість застосування методів безумовної оптимізації. При одночасному виконанні тривіальних і функціональних обмежень $(xi)_{min} \leq xi \leq (xi)_{max}$ $(i = 1, ..., n)$; $(xi)_{min}$ – нижня допустима межа, $(xi)_{max}$ – верхня допустима межа зміни i-ї незалежної змінної. У програмному комплексі «Patrol SWATH» для пошуку максимуму цільової функції визначені наступні функціональні і тривіальні обмеження:

- величина горизонтального кліренса – $D_{k,}$м,
- величина коефіцієнта повноти мідель-шпангоута стійки – β_{st},
- величина коефіцієнта загальної повноти стійки – C_{bst},
- величина коефіцієнта загальної повноти корпусу – C_{bk},
- плече статичної остійності – l_{max}, м,
- період хитавиці – т, с,
- кут закату ДСО – θ, град.,
- кут, що відповідає максимальному плечу остійності – θ_{max}, град.,
- час переслідування – t,с,
- водотоннажність – D, т,
- Значний кут бортової хитавиці – $\theta_{1/3,}{}^{o}$

- Значний кут кільової хитавиці – $\psi_{1/3,}{}^{o}$
- максимальне значення вертикальних прискорень – $\ddot{\zeta}_{1/3}/g$,
- максимальне значення горизонтальних прискорень – $\ddot{\eta}_{1/3}/g$
- слемінг, – уд./год

Загальна кількість обмежень – 40.

Далі наведено схематичне зображення патрульного судна типу СМПВ (рис. 1), а також результати розрахунку слемінгу (рис. 2) відносно загальноприйнятих вимог до патрульних суден – 30 ударів за годину.



Рис. 1 Зображення патрульного судна типу СМПВ

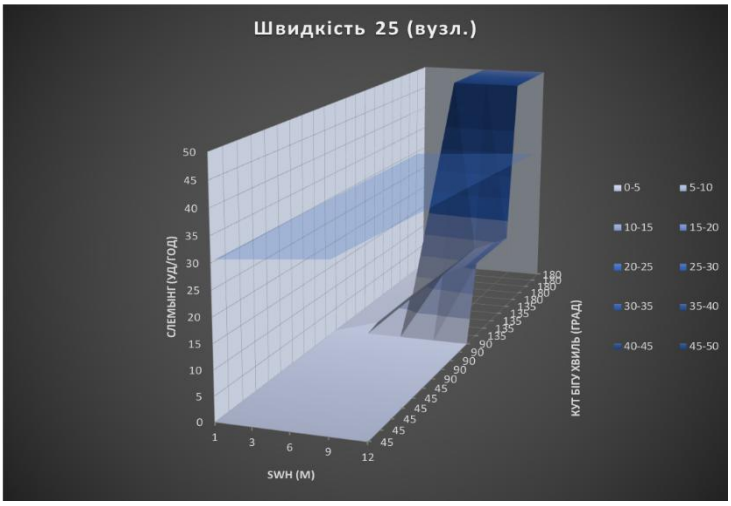


Рис. 2 Графік залежності кількості ударів днища (слемінгу) в залежності від висоти значної хвилі *SWH* зі змінним параметром кута бігу хвиль χ

З рис.2 чітко видно за яких умов обмеження пов'язані з мореходовими якостями судна обмежують *n*-мірний Евклідів простір цільової функції [3]. Тобто у випадку курсу бігу хвиль $\chi=180^0$, при висоті значної хвилі від *h*=5 (м), на швидкості *v*=25 (вузл) ускладняється використання зброї. У випадку, якщо згідно довгострокового розподілу вітро-хвильового режиму [4] у зоні функціонування КБО при використанні методу Пауелла-Флетчера-Давідана пошук оптимальної комбінації незалежних змінних $[\overline{X}]$ продовжується, незважаючи на той факт, що цільова функція знаходиться в межах інших тривіальних та функціональних обмежень (вимоги регістру до непотоплюванності, границі водотоннажності IPV, максимальний час імітації та інше). Далі наведені результати розрахунку програми «Patrol SWATH» оптимальних головних розмірів КБО типу СМПВ.

Тип озброєння..... Артилерійське
Обране озброєння..... АК306
Тип двигуна..... середньо оборотний дизель
Довжина судна, м..... 54.59
Ширина, м..... 18.22

Осадка, м..... 5.24
Висота борта, м..... 8.07
Товщина стійки, м..... 1.44
Апроксимований діаметр, м..... 3.60
Горизонтальний кліренс, м..... 16.33
Вертикальний кліренс, м..... 2.16
Марка ГД..... MTU 16V 4000 M71
Максимальна потужність ГД, кВт..... 4902.53
Експлуатаційна потужність ГД, кВт..... 338.278
Коефіцієнт втрат швидкості патрулювання 0.976
Вартість судна, млн.$..... 8.28
Вартість озброєння, млн.$..... 3.125
Річні експлуатаційні витрати судна, млн.$..... 2.33
Експлуатаційні витрати за життєвий цикл судна, млн.$..... 58.20
Загальні витрати на побудову і експлуатацію судна, млн.$..... 65.86

Висновки. 1.Сформульвано зовнішню і внутрішню задачу проектування КБО з використанням стохастичного підходу і розглядаються спільно. 2. Проведено аналіз поведінки патрульного судна типу СМПВ на хвилюванні різної інтенсивності, та при різних кутах бігу хвиль. 3. Продемонстровано результати розрахунку слемінгу для КБО типу СМПВ, що представляють собою вимогу до патрульних суден в якості зовнішньої штрафної функції.

Література

1. **Бронников А.В**. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1991. – 320с.
2. **Бондаренко О. В.,** Концепція комплексного оцінювання ефективності та надійності кораблів берегової охорони [Текст]/ А. В. Бондаренко, В.О. Нєкрасов // Одесса, изд. Куприенко С. В., 2016, – 121 с.
3 **Кондратьева Л. Ю.** Концепція оптимізації цільової функції патрульного судна [Текст] / Л.Ю. Кондратьева // Научный вестник Херсонской государственной морской академии - Вып.2(17) 2018-с.48-55
4 **Тинянскький М.І.,** Результаты статистической обработки характеристик ветро-волновых режимов Черного моря, [Текст] / М.І. Тинянський, Л.Ю. Кондратьєва //, Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю, «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд», 23 - 24 травня 2018 р., НУК, – с. 62-64

УДК 629.5.015.4:539.431

НАПРЯМКИ ПОДАЛЬШОГО УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ СУДНОКОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Автори: Л.І. Коростильов, д. т. н., проф., Д.Ю. Литвиненко, пров. інж.,
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Експериментально-теоретичний метод розрахунку втомної міцності суднокорпусних конструкцій розроблено на кафедрі будівельної механіки корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Основним елементом в методі є крива втоми типового осередку концентрації, яка будується на основі критеріальних залежностей Ленджера та Хейвуда з прив'язкою до експериментальних даних втомних випробувань натурних моделей вузла. Базовий варіант методу призначений для розрахунків суднокорпусних конструкцій на втому при регулярному зовнішньому навантаженні із незмінним розмахом.

Експериментально-теоретичний метод був удосконалений для розрахунків при стохастичному навантаженні [1]. Отримані у вказаній роботі залежності можуть бути уточненими на базі результатів експериментальних досліджень втомної міцності моделей суднокорпусних вузлів при моделюванні реального хвильового навантаження.

Одним з етапів розв'язку задач втомної міцності суднокорпусних вузлів з використанням базового та удосконаленого для розрахунків при нерегулярному навантаженні варіантів експериментально-теоретичного методу є визначення теоретичних коефіцієнтів концентрації для досліджуваного вузла та моделі, що випробовувалась на втому [2].

Розрахунок коефіцієнтів концентрації для зварних вузлів виконується на базі величин радіусу ρ та кута нахилу θ профілю зварного шва в місці переходу від основного до наплавленого металу [2]. Результати обробки статистичних даних цих величин наведені в публікації [3]. Вказані результати були отримані з

використанням узагальнених вибірок, складених на базі представлених в літературі даних замірів величин ρ і θ.

В роботі [3] розглядались такі види зварювання: ручне дугове, в середовищі вуглекислого газу та під шаром флюсу. Причому, в публікації [3] наведені лише орієнтовні дані для зварювання під шаром флюсу. Тому їх необхідно уточнити.

В даний час широке використання отримало зварювання в газових сумішах та порошковими дротами. Тому необхідно обробити дані з величин ρ і θ для даних типів зварювання.

Враховуючи, що достовірність статистичних даних збільшується із збільшення об'єму вибірок, необхідно уточнювати результати, представлені в роботі [3] для ручного дугового зварювання та в середовищі вуглекислого зварювання.

Експериментально-теоретичний метод в його базову варіанті призначений для розрахунків на втому суднокорпусних конструкцій із суднобудівних сталей. При цьому використана їх властивість, що циклічна крива для таких матеріалів є циклічно стабільною та близькою до монотонної кривої σ-ε.

Враховуючи використання алюмінієво-магнієвих сплавів та інших матеріалів в суднобудуванні, необхідно дослідити розширення сфери застосування експериментально-теоретичного методу для розрахунку суднокорпусних конструкції із таких матеріалів.

В публікації [4] представлено та верифіковано на прикладах зварних суднокорпусних вузлів спрощений метод визначення теоретичних коефіцієнтів концентрації K_t таких конструкцій. З результатів верифікації видно деяку розбіжність коефіцієнтів, розрахованих відповідно до запропонованого способу та методу скінченних елементів. Запропонований метод визначити K_t зварних вузлів із незначним запасом в бік завищення. Таким чином, спрощений метод визначення коефіцієнтів K_t також потребує уточнення.

Комп'ютерна програма «ETM fatigue» (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 76716 Державної служби інтелектуальної власності України), розроблена на основі експериментально-теоретичного методу і відповідних практичних методик [2] в базовому та удосконаленому для розрахунку при нерегулярному навантаженні варіантах описана в [5]. Програма призначена для розв'язку задач втомної міцності суднокорпусних вузлів.

Висновки. Описані напрямки подальших досліджень дозволять розширити практичне застосування експериментально-теоретичного методу для розрахунку суднокорпусних вузлів.

Список використаних джерел

1. **Коростылев Л. И., Литвиненко Д. Ю.** Оценка усталостной прочности судокорпусных узлов экспериментально-теоретическим методом с учетом нерегулярности нагружения. *Вісник Одеського національного морського університету*. Одеса, 2017. № 1 (50). С. 71**–**91.
2. **Литвиненко Д. Ю.** Методики розв'язку задач втомної міцності суднокорпусних вузлів при нерегулярному навантаженні на базі експериментально-теоретичного методу. *Вісник Одеського національного морського університету*. Одеса, 2017. № 4 (53). С. 110–125.
3. **Коростылёв Л. И., Литвиненко Д. Ю.** Анализ микрогеометрических параметров стыковых и угловых сварных швов конструктивных узлов. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування*. Миколаїв, 2015. № 2 (458). С. 28–34.
4. **Коростылёв Л. И., Литвиненко Д. Ю.** Оценка коэффициента концентрации напряжений в сварных узлах тонкостенных конструкций расчетом макро- и микроконцентрации. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. Херсон, 2015. № 2 (13). С. 174–184.
5. **Коростильов Л. І., Литвиненко Д. Ю., Морозан С. М.** Комп'ютерна програма розв'язку задач втомної міцності суднокорпусних вузлів *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці*: матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції (Миколаїв, 11–13 жовт. 2017 р.). Миколаїв: НУК, 2017. С. 112–113.

УДК 629.5.128.6 – 192.001.63

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ОЦІНКИ МІЦНОСТІ СУДЕН ПРИ ПОСТАНОВЦІ В СУХИЙ ДОК

Лугінін О. Є., Суслов О.О.,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Сухі доки найбільш надійні та довготривалі суднопідйомні споруди, які використовуються в судноремонті майже 500 років. Потрібні перш за все по зачищенню підводної частини корпусу від обростання та корозії і фарбуванню судна. Такі операції забезпечують добрі ходові якості за рахунок зниження опору води з просування судна майже до первинного рівня.

Серед методів розрахунку міцності корпуса судна в доковому опорному пристрої (ДОП) широко розповсюджені *балочні методи* [1,2]. У сучаснених міцносних розрахунках постановки судна в сухий док використовуються різні інформаційні технології [2-4]: метод скінченних елементів (МСЕ): метод прогонки і парціальних відкликів: метод п'яти моментів (М5М) та ін. Такі методи розглядають судно як непризматичну балку, що лежить на пружній основі вінклеровського типу або на нежалежних пружних опорах.

Розрахункова схема балки на пружній основі розглядається як балка, що завантажена розподіленими силами тяжіння q(x) і поперечними силами P_i та згинальними моментами Мі від звисання носової та кормової частин корпуса за межі ДОП. Судно в ДОП розглядається як балка на пружних опорах, розміщених на відстані l_i одна від одної, і завантажена рівномірно –розподіленими силами в межах прогонів. Часто розставлені пружні опори балки замінюють пружну основу корпуса від розміщених за довжиною корпуса кільблоків.

При заміні пружної основи ДОП великим числом *n* нежалежних пружних опор з коефіцієнтами жорсткості ki=k(x)·*ai* (де k(x)-погонний коефіцієнт жорсткості пружної основи: *ai* – відстань від середини прогонів до *i* – ої пружньої опори) розглядається згинання багатопрогонної балки на пружних опорах. При кількості пружних опор *n=21*, бажано співпадаючих з місцями теоретичних шпангоутів корпуса судна, похибна у визначені параметрів згинання від заміни пружньої основи незалежними пружними опорами не буде перевишувати 1/*ni* [4] (тобто не більше 5%).

За такою постановкою задачі розроблена обчислювальна програма комп'ютерного розрахунку загального згину судна в сухому доці як балки на пружних опорах з урахуванням таких факторів [2-4]: різній жорсткості пружних опор ki; деформації зсуву у стінках балки за прогонами між опорами; початкового вигину балки wi^o ; непризматичності балки I_i; ступеневого навантаження від сил тяжіння q*i.* Розрахунок загального згину балки-судна у ДОП здійснено за М5М [1,2,4], що є аналогом широко використовуємого у практичних розрахунках МСЕ. Але на відміну від МСЕ розглядаємий підхід має меншу кількість вихідних даних і менший час на їх підготовку. Така схема міцносного розрахунку судна в ДОП знайшла апробацію в багаточисельних практичних розрахунках і в навчальному процесі [3,4].

Після оцінки загального згину судна в ДОП здійснюється перевірка місцевої міцності днищових пластин і балок днищового перекриття від дії зосереджених і погонних навантажень від реакцій кільблоків.

Висновки. Розглянуто автоматизований розрахунок загальної міцності корпуса судна при постановці в сухий док. Реалізована балочна модель судна на основі М5М з урахуванням непризматичності балки, нерегулярності розташування пружних опор різної жорсткості, деформації зсуву та початкового вигину балки.

ЛІТЕРАТУРА

1.Спуск судов и кораблей с продольных наклонных стапелей. Нормы и требования, предьявляемые к корпусам судов и кораблей и спусковым устройствам [Текст]: Отраслевой стандарт ОСТ 5.1033.-72. Приложения. –М:1972.-154с.

2.**Антоненко С.В.** Обеспечение прочности, остойчивости и непотопляемости судов при ремонте [Текст]: учебное пособие / С.В. Антоненко. –Владивосток: ДГТУ, 2008. -231с.

3.**Лугінін О.Є.** Інноваційні підходи з викладання дисципліни ''Будівельна механіка корабля та ТЗОО'' [Текст]: Матеріали V Міжнародної науково – технічної конференції Іновації в суднобудуванні та океанотехниці'' / О.Є. Лугінін. –Миколаїв : НУК, 2014.-С.149-151.

4. **Сердюченко А.М.** Основі теорії пружності, будівельної механіки, міцності та вібрації суден [Текст]: навчальний посібник / А.М. Сердюченко, О.Є. Лугінін, Р.Ю. Коршиков, О.М. Дудченко, Ю.С. Коршиков. – Миколаїв: НУК, 2012.-424с.

УДК 629.5.081.326

СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ПЛИТ ПАЛУБИ І ДНИЩА ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПОНТОНУ ЗІ ЗМЕНШЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ НАБОРУ

Коростильов Л.І., Щедролосєв О.В., Клименков С.Ю., Кириченко К.В.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Моделі досліджуваних залізобетонних плит виконані в програмному комплексі SolidWorks. З огляду на подвійну симетрію плит, розрахунок напруженого стану виконано для 1/4 частини плити. При цьому в моделях відображені арматура двох взаємно перпендикулярних напрямків, а також бетон, працюючий окремо на стиск і окремо на розтяг. Важливо, що особливістю роботи бетону є зменшений опір при роботі на розтяг за рахунок менших міцнісних характеристик і завдяки утворенню мікро- і макро- тріщин, тому стиснутий і розтягнутий бетон були змодельовані окремими геометричними тілами з різними показниками міцності і жорсткості.

Модуль пружності арматури прийнятий рівним $2{,}0 \cdot 10^{11}$ Па, для бетону при стисканні - $0{,}38 \cdot 10^{11}$Па, для бетону при розтяганні - $0{,}11 \cdot 10^{11}$ Па.

Переріз залізобетонних плит стапель-палуби товщиною 140 мм і максимальним розміром в плані 6700х3000 з арматурою діаметром від 12до 20 мм показано на рис. 1 а. На рис. 1 б наведено схему армування днищових плит товщиною 160 мм в районі сприйняття максимального гідростатичного тиску.

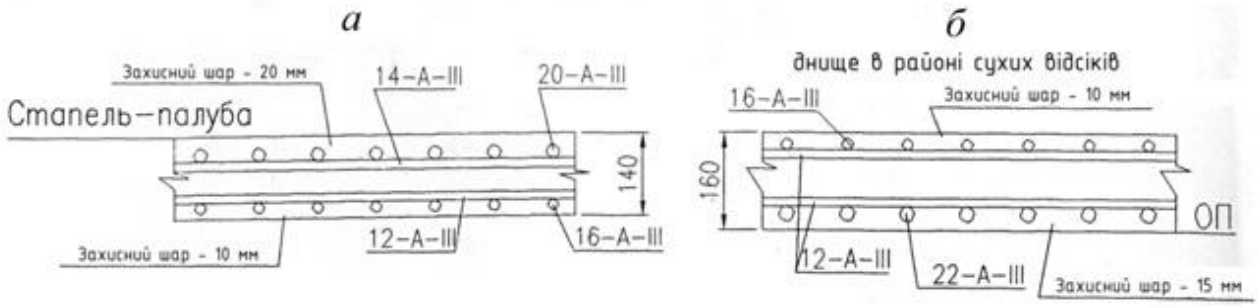


Рисунок 1 – Схема армування залізобетонних плит:
а – стапель палуби; б – днища

На рис. 2 представлений фрагмент розбивки залізобетонної плити понтона дока на скінчені елементи. Розрахункова конструкція залізобетонної плити палуби розділена на 5001360 скінчених елементів тетраедричної форми і 6765687 вузлових точок, для чверті плити днища 3915831 і 5310498 відповідно. Для моделей застосована адаптивна скінчено-елементна сітка з крупним розміром елементів в центрі і згущена до циліндричних поверхонь арматурних елементів для підвищення точності визначення напружено-деформованого стану в досліджуваному районі.

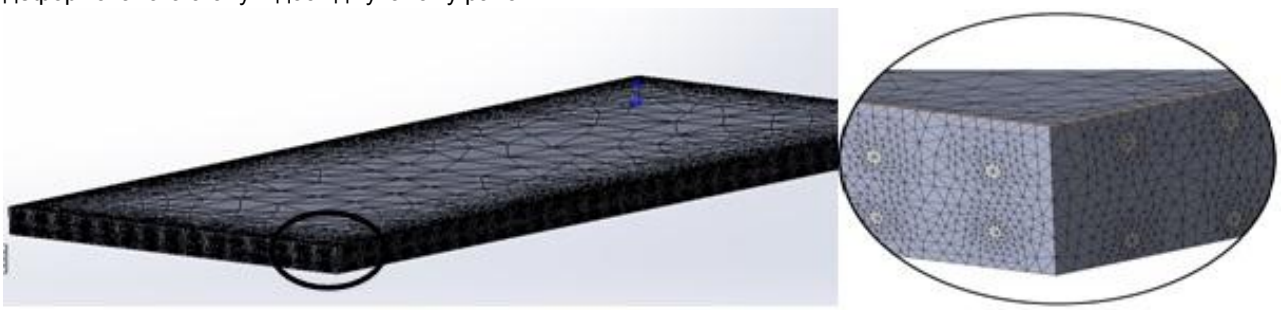


Рисунок 2 - Фрагмент розбивки залізобетонної плити стапель-палуби понтона на скінчені елементи

Плити стапель-палуби розраховувались на поперечне рівномірне навантаження від гідростатичного тиску при повному зануренні, що складає 60 кПа на рівні стапель-палуби при сухому відсіку. Днищові плити розраховувались на поперечне рівномірне гідростатичне навантаження при повному зануренні, що складає 92 кПа на рівні ОП при сухому відсіку. Розрахунки показали, що максимуми зведених напружень за критерієм Мізеса (енергетичною теорією) виникають в арматурі, розташованій з протилежної сторони від прикладення навантаження, в затисненнях в середині довгих сторін і сягають 120 МПа для днищових і 102 МПа для палубних пластин, з коефіцієнтами запасу 3,25 і 3,82 відповідно, що перевищують необхідний коефіцієнт 1,4 в 2,3 і в 2,7 рази. При цьому номінальні напруження в бетонній основі в 7-10 раз нижче максимальних напружень арматури відповідного напряму. Розподіл напружень по пластинах і епюри напружень в характерних перерізах наведені на рис.3-5.

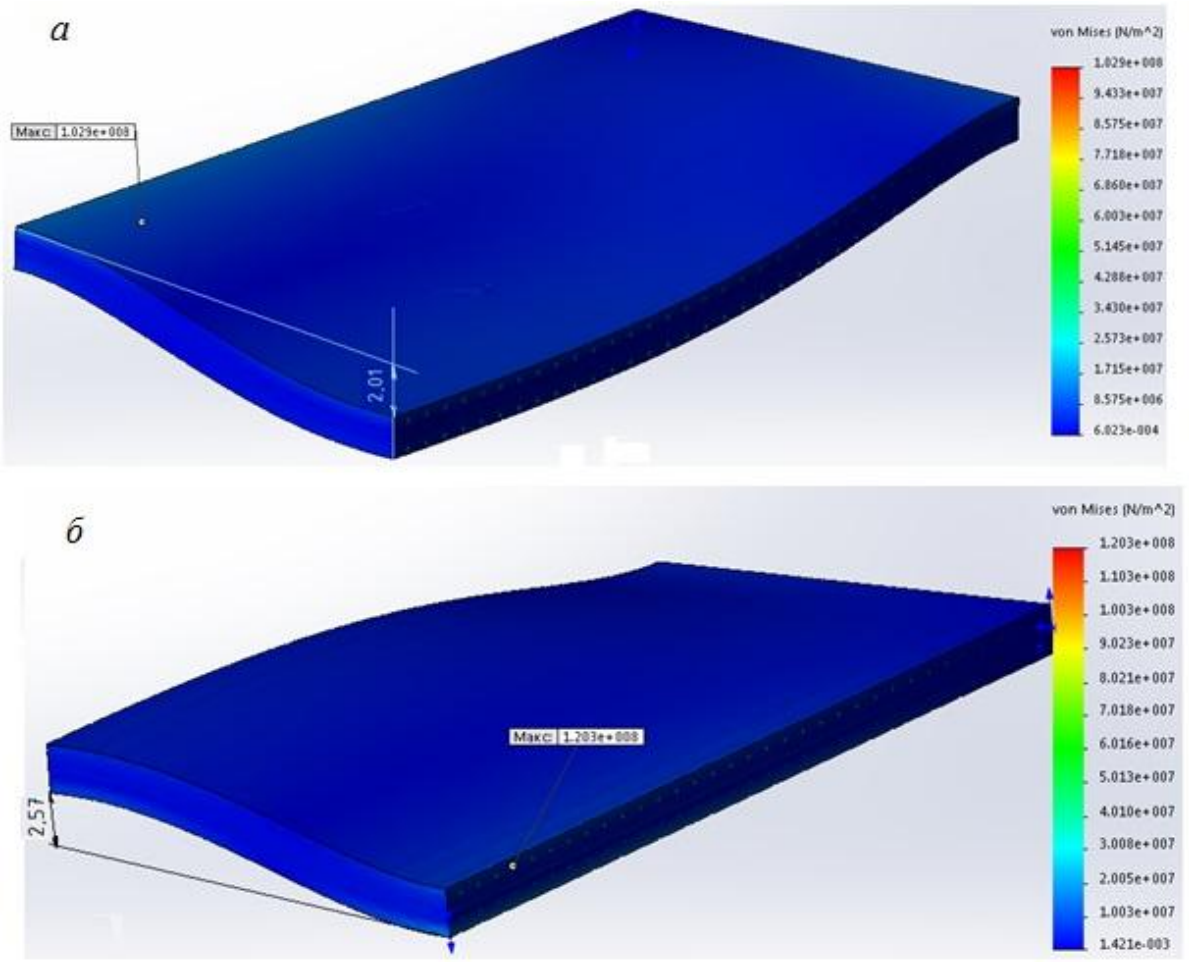


Рисунок 3 – зведені напруження і стрілки прогину в плитах:
а – стапель-палуби; б – днища

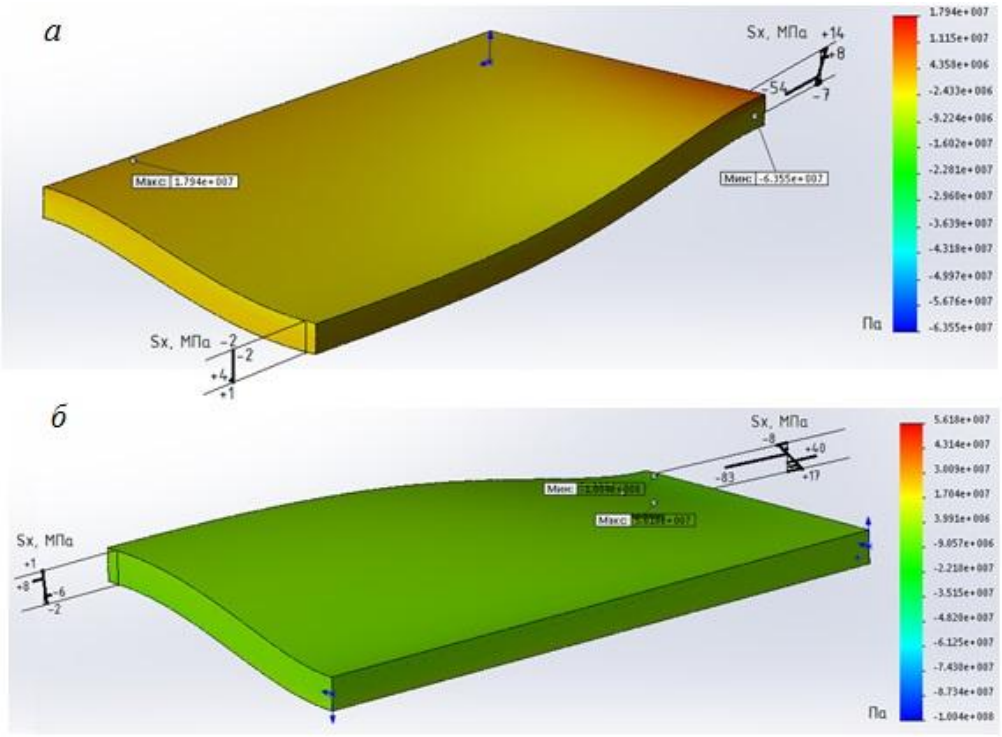


Рисунок 4 – нормальні напруження вздовж довгих сторін:
а – стапель-палуби; б – днища

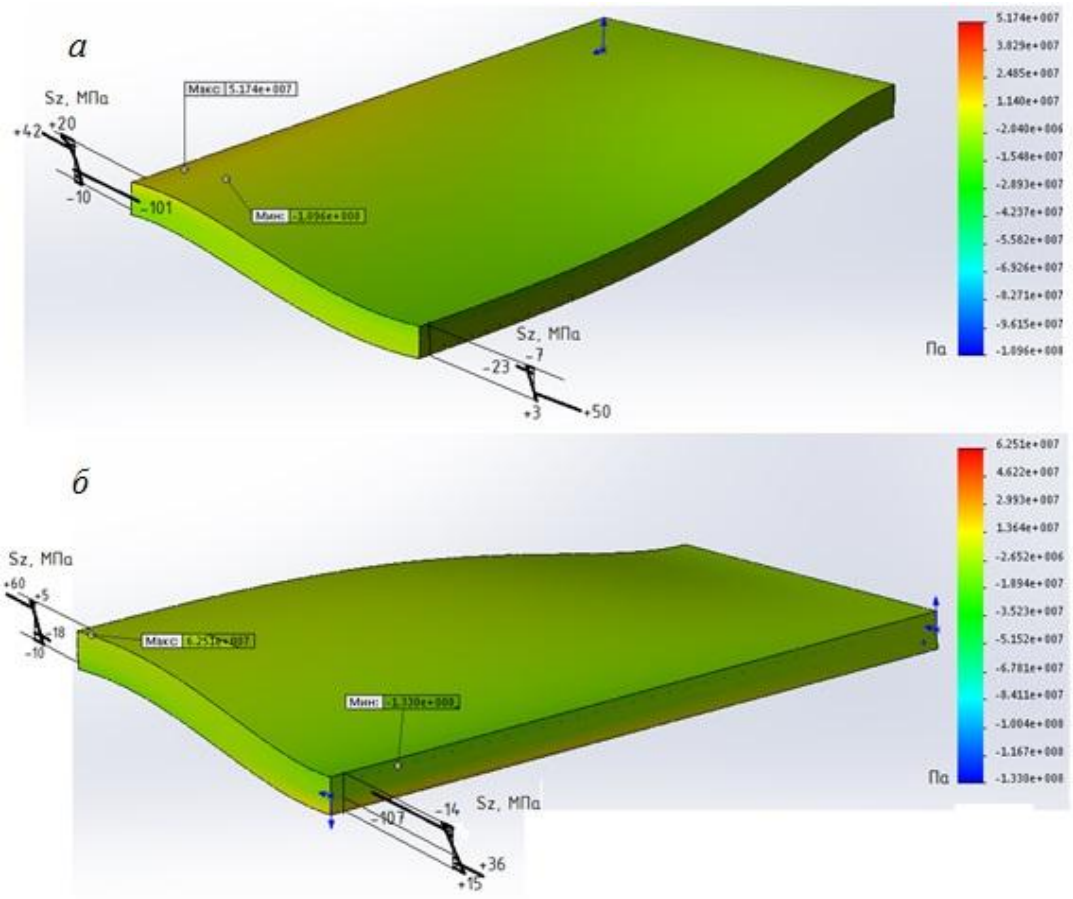


Рисунок 5 – нормальні напруження вздовж коротких сторін:
а – стапель-палуби; б – днища

Найбільш напруженою виявилася арматура, що знаходиться якнайдалі від завантаженої тиском поверхні, а також та, яку розташовано вздовж коротких кромок пластини, що відповідає теорії згину суцільних жорстких пластин.

ВИСНОВКИ

1. Проведено дослідження напружено-деформованого стану залізобетонних плит понтона композитного дока зі зменшеною кількістю набору у понтоні із застосуванням комплексу COSMOSWorks, орієнтованого на виконання розрахункового аналізу конструктивно-однорідних тіл методом скінчених елементів.

2. При розрахунках згину плит стапель-палуби і днища понтона використана уточнена розрахункова схема, яка враховує роботу арматури обох напрямків, що дозволяє більш точно оцінити міцність конструкції і надати рекомендації щодо їх проектування з точки зору матеріалоємності і оптимального розміру.

3. Отримані результати розрахунків зведених напружень в плитах стапель-палуби понтона дока підйомної силою 5000 т показали, що фактичні коефіцієнти запасу задовольняють вимогам міцності. При максимальному завантаженні зведені напруження по Мізесу в арматурі не перевищують 120 МПа при максимумі нормальних напружень ~ 100 МПа в поперечному напрямку, що відповідає коефіцієнту запасу 3,82 для палубних пластин. В поздовжньому напрямку арматура дещо недовантажена, особливо в стиснутій області.

4. Відношення межі текучості сталевої арматури класу А-III до максимальних приведених напружень плит стапель-палуби становить не менш 3,25. Такі запаси в разі застосування бетону класу В-50 забезпечують залишкову міцність стапель-палуби та днища, що дає можливість їх подальшої оптимізації з точки зору металоємності.

УДК 629.5.01

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЙБУЛЛА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ МАЛЫХ И СКОРОСТНЫХ СУДОВ

Грабенко А.А., Коробанов Ю.Н., Кузнецов А.И.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Настоящая работа носит обзорный характер, поскольку вопросы надежности, долговечности и жизнеспособности конструкций судового назначения, а также их отдельных узлов возникает применительно к самым разнообразным типам судов. Возникает вопрос и о путях оценки надежности и долговечности судовых конструкций малых и скоростных судов. Распределение закона Вейбулла достаточно широко используется в задачах долговечности и надежности корпусных конструкций, а также в оценке их жизнеспособности. Предполагается, что надежность, долговечность малых и скоростных судов зависит от жизненного ресурса прерывистых связей, некоторых типовых узлов соединения отдельных конструктивных элементов, а также от качества технологических процессов. За основу анализа принимаются результаты экспериментальных и теоретических исследований полученные разными авторами в разное время. Установлено, что усталостные кривые типовых соединений и прерывистых связей, эффективные коэффициенты концентрации напряжений и деформаций, распределение допускаемых и опасных напряжений, а также их обеспеченность могут служить основой для определения предполагаемого ресурса корпусных конструкций малых и скоростных судов.

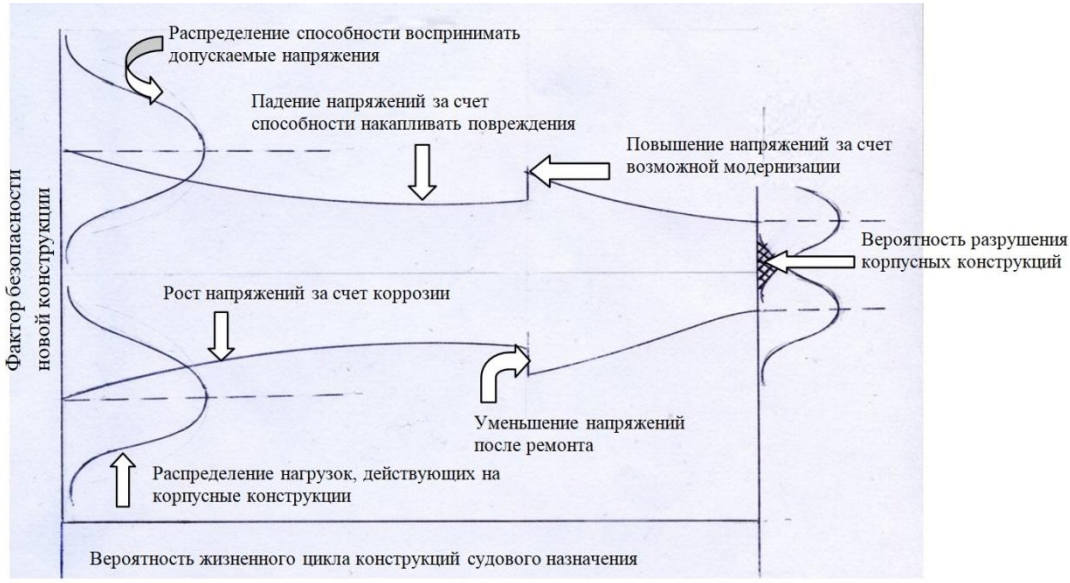


Рисунок 1. Общая картина жизненного цикла корпусных конструкций.

Долговечность, как и надежность, может быть описана распределением Вейбулла при аналитической форме описания закономерностей отказов. Долговечность корпусных конструкций судового назначения определяется долговечностью слабейшего звена из числа конструктивных узлов и соединений отдельных элементов корпуса. Распределение Вейбулла представляет собой специальный вид распределения случайных величин X_w, характеризующихся такой функцией.

$$P_w(\sigma,\mu,b,k) = \begin{cases} 1 - exp\left[-\left(\frac{\sigma-\mu}{b}\right)^k\right]; \text{при } \sigma > \mu; \\ 0 \quad \text{при } \sigma \le \mu; \end{cases} \qquad (1)$$

где: k - параметр формы кривой распределения, b - параметр масштаба, μ - параметр сдвига.

Семейство распределений (1) названо именем В. Вейбулла впервые использовавшего его для аппроксимации экспериментальных данных о прочности стали на разрыв при усталостных испытаниях и предложившего методы оценки параметров распределения.

Во многих литературных источниках высказываются соображения о том, что оценка состояния конструкций при их проектировании возможна на основе усталостной долговечности. В частности в [1] описана методика, предложенная В.В. Козляковым. Она посвящена расчетному определению допускаемых коэффициентов концентрации напряжений близких по конструктивным признакам узлов и соединений отдельных элементов на основе сопоставления с хорошо себя зарекомендовавшим эталонными конструктивными решениями.

Методика расчетной оценки местного повышения напряжений до уровня допускаемой долговечности предложена Г.В. Бойцовым [5]. Особенностью этой методики является расчет эффективного коэффициента концентрации напряжений при предельном прочностном состоянии корпусных конструкций, сопровождающимся переменным нагружением. Предполагается, что прочностные размеры корпусных связей соответствуют требованиям предельной прочности, а эффективные коэффициенты концентрации напряжений определяются из условия, что сопротивление усталостному нагружению судовых конструкций исчерпывается к концу эксплуатации судна.

Характеристиками выносливости конструкций судового назначения являются эффективные коэффициенты концентрации напряжений и деформаций. Обширные данные по ним имеются во многих литературных источниках [1 - 3]. В работе [4] предложено характеризовать выносливость прерывистых связей и других узловых конструкций коэффициентом снижения их долговечности K_{cd}. Такой коэффициент представляет собой отношение логарифмов долговечности типового соединения N к логарифму долговечности узла N_Y или прерывистой связи при одинаковом для них уровне напряжений σ_d.

Выводы. Приведенный анализ использования распределения закона Вейбулла показал, что применительно к малым и скоростным судам волновые нагрузки, например Северной Атлантики, мало применимы. Для малых и скоростных судов не характерно постановка на вершину или подошву волны, с целью определения начального напряженного состояния корпуса судна. Более действенным может явиться ударное состояние малого судна о встречную волну. Применительно к рассматриваемым малым и скоростным судам при многокорпусном их исполнении на долговечность конструкции может влиять напряжённо-деформированное состояние при кручение.

По результатам анализа были установлены факторы, по которым ведется определение надежности, долговечности и жизнеспособности транспортных судов. Как было указано не все критерии свойственные крупнотоннажному судостроению, могут быть использованы для оценки жизненного ресурса малых и скоростных судов.

Оценка методов определения надежности, долговечности и жизнеспособности транспортных судов, применительно к малым и скоростным судам показала, что для этой цели могут быть использованы: эффективные коэффициенты концентрации напряжения при симметричном и несимметричном многоцикловом нагружении; определение циклической усталости по результатам ударного взаимодействия с волной; использование гипотезы линейного накопления усталостных повреждений.

Список использованной литературы.

1. **Петинов С.В.** Основы инженерных расчетов усталости судовых конструкций [Текст] / С.В. Петинов. – Л.: Судострроение, 1990. – 219 с.
2. **Гнеденко Б.В.** Математические методы в теории надежности [Текст] / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. – М.,"Наука", 1965. – 524с.
3. **Чувиовский В.С.** Основы теории надежности судовых конструкций. [Текст] / В.С. Чувиковский, О.М. Палий. – Л.: Судостроение, 1965. – 324с.
4. **Кноринг С.Д**. Инженерная схема оценки долговечности конструкций на стадии проектирования [Текст] / С.Д. Кноринг // ВНТО Перспективные технические решения новых типов судов: Вып. 485 – Л.: «Судостроение», 1989. с. 35 – 44.
5. **Бойцов Г.В., Кноринг С.Д.** Прочность и работоспособность корпусных конструкций. [Текст] / Г.В. Бойцов, С.Д. Кноринг. – Л.: Судостроение, 1974. – 432 с.
6. **Козляков В.В.** О рациональной структуре формул для статистических характеристик волновых нагрузок [Текст] / В.В. Козляков. – Л.: Судостроение, № 8, 1966. – с 10 – 16. .

УДК 629.5.015.4

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ СУДНОВИХ ПЕРЕКРИТТІВ ПРИ ЗГИНАННІ З УРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙ ЗСУВУ

Коростильов Л. І., Дядюра Є. Ю.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова, м. Миколаїв

В суднобудуванні часто виникає необхідність визначення переміщень суднових перекриттів за спрощеними методиками. Такі розрахунки вимагають незначного часу і дозволяють оперативно вирішувати задачі як при проектуванні, так і при побудові судна на стапельному місті. Як приклад, виникає необхідність

визначати прогини днищевих перекриттів з метою упередженого зміщення опорних підшипників гребного вала при його остаточному монтажу на стапельному місті.

При розрахунках переміщень перекриттів, які представляють собою систему балок, що перетинаються, використовують методи, в яких визначення переміщень балок виконується за технічною теорією, де не враховується вплив на ці переміщення деформацій зсуву. Останні для суднових перекриттів можуть мати значний вплив на повні переміщення. Нині додаткові переміщення від деформації зсуву в балках визначають за наближеною методикою, запропонованою професором Папковичем П.Ф. в першої половині минулого століття [2]. За цією методикою додаткові переміщення від зсуву визначаються у припущенні рівномірного розподілу по висоті дотичних напружень. Це припущення для деяких конструктивних типів перекриттів є досить наближеним, враховуючи, що перекриття можуть бути з одинарним настилом, або в стінках балок мають місце вирізи значних розмірів. Нерівномірність дотичних напружень по висоті не відповідає гіпотезі плоских перерізів, що приводитиме до результатів, які не відповідають реальним значенням. До того ж наявність вирізів може призводити до суттєвої нерівномірності напружень, максимальні значення яких можуть долати границі плинності матеріалу.

Таким чином, для отримання надійних результатів розрахунку переміщень із урахуванням деформацій зсуву необхідно внести певні корективи до існуючої методики, завдяки яким можна отримати оперативно результати з необхідним рівнем точності.

Такі корективи можна внести за рахунок додаткових нових гіпотез, які вимагатимуть відповідного експериментального підтвердження. При цьому такі гіпотези повинні враховувати реальність співвідношення елементів суднових перекриттів та їх конструктивні особливості.

Як видно з попередньо виконаних досліджень [3], співвідношення геометричних параметрів суттєво впливають на долю переміщень від зсуву в повному переміщенні для балок таврового типу, крім цього, такий вплив залежить від умов обпирання балок в кінцевих перерізах. Так, для балки незмінної жорсткості на згин *EI* і зсув *Gω* з рівномірно розподіленим навантаженням *q* по всій її довжині *l* (рис.1), згідно розрахунку в деяких випадках величина складової переміщення від зсуву складає більше третини сумарного переміщення.

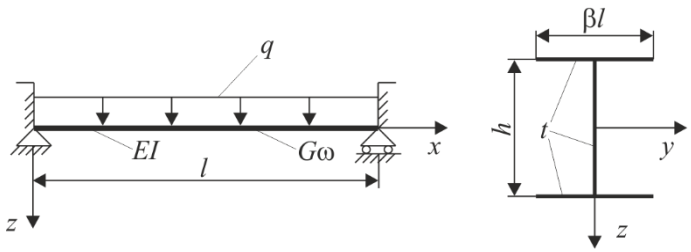


Рисунок 1 – Розрахункова схема балки та її поперечний переріз

Висновки. Практика виконання розрахунків переміщень суднових перекриттів із урахуванням деформацій зсуву в балках за умови отримання надійних результатів потребує внесення удосконалення в практичній методики наближеного визначення переміщень від деформацій зсуву з урахуванням конструктивних особливостей перекриттів та умов їх обпирання на опорному контурі. Такі удосконалення планується виконати на базі нових досліджень, результати яких будуть оцінені експериментальними даними.

Список використаної літератури

1. **Суслов В.П., Кочанов Ю.П., Спихтаренко В.Н.** Строительная механика корабля и основы теории упругости. Ленинград: Судостроение, 1972. 720 с.
2. **Папкович П.Ф.** Труды по строительной механике корабля. Ленинград: Судпромгиз, 1962. 575 с.
3. **Коростильов Л.І., Дядюра Є.Ю., Вовк С.І.** Оцінка впливу деформацій зсуву на параметри згинання балок днищевих перекриттів. *Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд:* матеріали всеукр. наук.-технічної конф. з міжнародною участю (м.Миколаїв, 17-18 трав. 2017р.). Миколаїв, 2017 С. 127-129.

УДК 629.5.018.4: 624.075

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СУДНОВИХ КОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ ОДНОЧАСНОЇ ДІЇ ДЕКІЛЬКОХ НАВАНТАЖЕНЬ

Коростильов Л. І., Мартиченко Я. О.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Проблема розрахунку стійкості пружних систем при одночасній дії декількох простих видів навантажень виникла ще в першій половині минулого століття. Її вирішенням займалися декілька дослідників. Проте найбільш суттєві результати в цьому напрямку отримав професор П. Ф. Папкович [1].

Використовуючи поняття силового простору і граничної поверхні, яка розділяє цей простір на області стійкості і нестійкості, Папкович П. Ф. дослідив властивості цієї поверхні. Приймаючи до уваги, що системи, які знаходяться під дією декількох простих видів навантажень, є пружними, та використовуючи енергетичні теореми і принципи, ним сформульовано і доказано 11 теорем щодо властивостей граничної поверхні.

Найбільш важливими з цієї низки теорем є теорема 2 про випуклість граничної поверхні і теорема 5 про дотичні площини до цієї поверхні. За першою з них випуклість граничної поверхні направлена в бік області нестійкості силового простору. Ця властивість донині широко використовується при розробці наближених методик оцінки стійкості елементів суднових корпусних конструкцій при одночасній дії декількох простих навантажень.

На даний час відсутні серйозні дослідження з вивчення характеру кривизни граничної поверхні. Очевидно, на її кривизну впливає низка факторів. По-перше, це пов’язано з особливостями геометрії самої системи. Для прикладу можна взяти пластинчатий елемент тонкостінної конструкції, який може бути суцільним або мати виріз різних розмірів і положень розташування.

По-друге, треба мати на увазі кількісний склад простих навантажень і характер зміни їх величини до рівня граничної поверхні. По-третє, матиме вплив на кривизну цієї поверхні умови зв’язку досліджуваного елемента із сусідніми елементами конструкції (граничні умови).

Деякі дослідження з вивчення впливу вказаних факторів на характер граничної поверхні частково виконувались раніше. Наприклад, експериментальним шляхом досліджувалась гранична поверхня квадратної шарнірно обпертої пластини з центрально розташованим вирізом, і без нього, в умовах одночасної дії одновісного стискання і зсуву [2]. Відомі також окремі теоретичні дослідження характеру граничної поверхні методом скінченних елементів.

Однак, результатів вказаних досліджень поки що недостатньо для розробки практичних методик оцінки стійкості елементів конструкцій при одночасній дії декількох простих навантажень. Тож в інженерній практиці при створенні таких методик випуклу граничну поверхню замінюють граничною площиною. Такий підхід реалізовано, наприклад, в методиці оцінки стійкості стінок балок з вирізами [3].

Заміна реальної граничної поверхні граничною площиною дозволяє отримати занижені результати з оцінки стійкості пружної системи. Очевидно, в деяких випадках така похибка може виявитись досить значною. Це відповідно відобразиться на масових показниках конструкцій, які можуть бути суттєво завищеними.

Висновки. Встановлення істинного характеру кривизни граничної поверхні пружних систем створить надійну основу для розробки практичних методик оцінки їх стійкості при одночасній дії декількох простих навантажень. Дослідження реального положення граничної поверхні пластинчатих систем з урахуванням зазначених вище факторів планується виконати в подальшому теоретичними і експериментальними методами.

Список використаних джерел

1. **П. Ф. Папкович** Строительная механика корабля: в 4. ч Ч.2. – Ленинград: Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1941. – 960 с.

2. **Коростылев Л. И.** Экспериментальное исследование устойчивости пластин с вырезами при комбинированных нагрузках [текст]/ Л. И. Коростылев// Строительная механика корабля: тр. НКИ – Николаев, 1984.- с.19-23.

3. Набор судовой. Вырезы в наборе. Нормы и правила проектирования [текст]: РД 5.1037-80, 1980.- 64с.

УДК 629.5

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЛЬОДОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Коростильов Л.І., д.т.н., проф., Пірогов В. Ю.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В процесі експлуатації суден можуть виникати різні види навантажень на корпус в залежності від району експлуатації. Особливими є навантаження при експлуатації суден в льодових умовах.

Методики визначення льодових навантажень для суден льодових класів в кожному з класифікаційних товариств різняться. Тому порівняння отриманих навантаженнь є складним. У даній роботі проводиться порівняння розрахунків льодових навантажень для судна, характеристики якого наведені в таблиці 1, за Російським Морським Регістром Судноплавства (РМРС), Bureau Veritas (BV) і Det Norske Veritas (DNV). Порівняння навантажень буде виконано тільки для носової частини корпусу так як всі ці товариства дають конкретні вказівки щодо льодових навантажень якраз в носовій частині.

Таблиця 1 – Характеристики розглянутого судна

Характеристика	Значення
Довжина судна по льодову ВЛ	L = 98,73 м
Ширина	B = 22,0 м
Висота борту	D = 11,0 м
Осадка судна по льодову ВЛ	D = 8,0 м
Водотоннажність по льодову ВЛ	Δ = 11582 т
Сумарна потужніть на гребних валах	N_{Σ} = 15 МВт

Правила Російського Регістру [1] передбачають поділ корпусу судна на райони по довжині і висоті борту. По довжині корпус криголама має такі райони: А – від носа до 0,25L; АІ – від 0,25L до 0,4L; В – від 0,4L до 0,8L; С – 0,8L до корми. Розрахунок льодових навантажень виконується для району А (носова частина). Навантаження залежать від форми корпусу та льодового класу судна.

Загальна методика визначення льодових навантажень за вимогами Регістру Bureau Veritas [2] полягає в розподілі корпусу судна на носову частину, яка становить 0,25L від носового перпендикуляру, і на залишкову частину. Носова частина ділиться на 4 ділянки рівної довжини, для кожної з яких розраховується окремо льодове навантаження з урахуванням форми корпусу, класу судна і положення ділянки. Для подальших розрахунків приймається максимальне значення.

Правила класифікаційного товариства DNV [3] схожі на вимоги правил Bureau Veritas. Навантаження визначаються для носової частини, яка приймається рівною 0,3L від носового перпендикуляра. На відміну від Bureau Veritas, правила DNV не вимагають розбивку носової частини на чотири рівні частини, а пропонують знаходити навантаження для неї вцілому.

Порівняння тиску на носову частину за різними класифікаційними товариствами представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Порівняння тиску на носову частину

Класифікаційне товариство	Тиск на носову частину корпусу, кПа
РМРС	9472
BV	17432
DNV	13776

Висновки. Порівняльний аналіз льодового тиску на носову частину корпусу судна за трьома представленими класифікаційними товариствами показав, що найбільші навантаження виявились за Правилами BV, а найменші – за РМРС. При цьому, навантаження за правилами BV в 1,84 рази перебільшують навантаження за РМРС.

Список використаної літератури

1. РМРС. Правила классификации и постройки морских судов. Часть 2 Корпус. Санкт-Петербург, 2018. 201 с.
2. BV. Rules for the Classification of Ships Operating in Polar Waters and Icebreakers. Rule Note NR527 DT R03 E. January, 2017. 50 p.
3. DNV. Rules for classification of ships. Ships for navigation in ice. January, 2005. 37 p.

УДК 629.52(075.8)

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ МІКРОСФЕР EXPANCEL ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Гейко Сергій Петрович, Ковальчук Юлія Олегівна,
geykosp@gmail.com
julyerofeeva3@gmail.com
Національний університет кораблебудування

Порівняно недавно на ринку мікросфер з'явилися розроблені та впроваджені фірмою Akzo Nobel полімерні мікросфери Expancel, що розширюються під дією тепла (табл.1). Це явище створює нові технологічні можливості, які дозволяють проводити спінення в контрольованому температурою режимі, створюючи при цьому додатковий тиск, що можна використовувати для ущільнення заздалегідь викладеного та просоченого сполучною смолою армую чого волокнистого матеріалу.

Досліджувався процес розширення мікросфер марки 909DU80 в епоксидному сполучнику гарячого твердіння Araldite LY 3505 ($T_{роб}$=100°C).

Таблиця 1. Характеристики полімерних мікросфер 909DU80

Характеристика		**Значення**
Розмір часток, мкм		18-24
Термомеханічний аналіз	Т початку розширення, °С	120-130
	Т макс, °С	175-190
	Щільність після розширення, кг/см^3	≤14

Об'єкти випробувань – сім зразків сумішей з різним співвідношенням сполучник/мікросфери.

Дослідження проводились у муфельній печі КЕП 10/1250; температура вимірювалась кріпленням термопари до стінки ємності. Для більш високої точності, дозування велось за об'ємом, через малість зразків.

Після розширення першої суміші, яка була нагріта до 150°С, виявлено ефект сильного екзотермічного перегріву, що привело до термічної деструкції зразка. Стало очевидним, що потрібно обмежити температуру нагріву, а ефект саморозігріву використати для отримання додаткової енергії розширення. Зразки 2 та 3 нагрівались до 105°С, що дозволило значно знизити термодеструкцію, але позбавитись її повністю не вдалось.

№ зразка	Об'єм сполучника мл	Об'єм мікросфер мл	Температура нагріву T^0C
1	35,5	5	150
2	35,5	7	105
3	35,5	2	105
4	71	2	100
5	35,5	1,5	85
6	35,5	2,5	85
7	35,5	3,5	85

В наступних 3-х зразках температуру підвищували повільніше, східчасто, щоб суміш нагрівалася рівномірно. Нагрівали усі три зразки приблизно до 85-87°С, змінним був вміст мікросфер. Найменше термодеструкції піддалася суміш №7, з найбільшим вмістом мікросфер, середина якої виявилась найсвітлішою серед усіх інших зразків (рис.1). Як видно на фото, поруватість зразка знижується від середини до зовнішньої поверхні.



Рис. 1.Поперечний розріз зразка №7

За допомогою гідростатичного зважування визначалась середня щільність найкращих зразків (№3-7), (табл. 1).

Таблиця 1.2. Щільність зразків пінопласту.

№ зразку	3	4	5	6	7
ρ, кг/м^3	254	321	270	281	269

Як виявилось, осереднена щільність отриманих пінопластів при застосованих режимах мало залежить як від температури процесу, так і від дозування мікросфер.

Таким чином, проведені дослідження дозволили виявити відносний інтервал технологічних режимів спінення полімерних мікросфер Expancel, що розширюються під дією температури в епоксидному середовищі. Виявлено, що ступінь їх розширення в епоксидному середовищі значно менший, ніж у вільному стані. Пояснення цьому явище ще належить знайти.

Матеріал, разом з його технологічними можливостями в перспективі може бути використаний для створення таких високонавантажених конструкцій як перо руля яхти, лопать гребного гвинта, підводне крило і т.п.

Результати роботи стали основою для планування подальших досліджень.

Список літератури:

1. **Akzo Nobel.** Expancel Microspheres. [Електронний ресурс].- Режим доступа: www.akzonobel.com/expancel. – 28.01.2013.
2. **S. Gouin,** Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. - Trends Food Sci. Technol, 2004. – 347 p.
3. **J.L. Garner, P.A. Tiffany,** Method for expanding microspheres and expandable composition. - U.S. Patent 4179546
4. **M. Safajou-Jahankhanemlou, F. Abbasi, M. Salami-Kalajahi,** Synthesis and characterization of thermally expandable PMMA-based microcapsules with different cross-linking density. - Colloid Polym. Sci, 2016. - 1064 p.

УДК629.5.021:678.02

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ГУМОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ СУДНОВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Хорольський М.С., к.т.н., ст.н.с.
khomis@outlook.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

На поточний момент галузь суднового машинобудування України переживає складні часи. Багато підприємств працюють не на повну потужність. Кількість розробок нових об'єктів для потреб України значно скоротилася, а ті судна, що експлуатуються, потребують ремонту з заміною окремих вузлів, агрегатів і комплектуючих. Для того, щоб ремонт був якісним, потрібно використовувати новітні конструкційні матеріали. В будь-якому судні використовується значна кількість різноманітних конструкційних матеріалів, до яких пред'являються високі вимоги щодо забезпечення санітарних норм, екологічної та техногенної безпеки. Не є виключенням і гуми, з яких виготовляється значна кількість комплектуючих гумотехнічних виробів (ГТВ) різноманітного призначення. І хоча самостійного призначення вони не мають, в багатьох випадках забезбечують надійну роботоздатність окремих вузлів і агрегатів і навіть об'єктів в цілому. На суднах ГТВ використовуються в якості ущільнювачів рухомих і нерухомих з'єднань або з'єднань періодичної дії в системах автоматики, амортизаторів, транспортних систем, захисних, ізоляційних, шумопоглинальних, захисних виробів і покриттів та ін.. Але на сучасному етапі існує цілий ряд особливостей створення і використання гумотехнічних виробів для об'єктів суднового машинобудування, які потрібно враховувати при проектуванні.

Слід зазначити, що до останнього часу гумотехнічна промисловість України була орієнтована на сировинну базу Російської Федерації, яка на поточний момент практично не доступна, До того ж, технологія виробництва каучуків з середини 90-х років минулого століття значно змінилась, що привело до погіршення технічних характеристик гум і, як наслідок, зниження експлуатаційних характеристик ГТВ на їх основі. Тому на поточний момент розробку гум на іншій сировинній базі і виробів на їх основі повинні здійснювати спеціалізовані підприємства, які мають відповідний науково-технічний потенціал, науково-дослідну і

експериментальну базу та досвід створення ГТВ для різних галузей машинобудування. І радує, що такі підприємства в Україні є і функціонують.

При цьому, особливою відмінністю створення ГТВ є те, що потрібно створювати не лише самі ГТВ, а і установчі пристрої з ними, тобто, розробляти і узгоджувати з замовником місця установки для ГТВ, в яких будуть вказані граничні умови відповідальності [1]. В кресленнях вказаних місць установки повинні бути вказані розміри з допусками поверхонь, що контактують з ГТВ, параметри шорсткості, марки матеріалів, що контактують з ГТВ, напрямок і характер дії робочого середовища і його параметри тощо. В разі дострокової втрати роботоздатності ГТВ у відповідному пристрої після його розбирання і дефектації, легко встановити причини відмови функціонування того чи іншого об'єкту та відповідальну особу. Це дасть змогу розробити відповідні заходи щодо попередження аналогічних явищ в майбутньому. І як показує значний досвід автора, такий підхід також дасть змогу уникнути конфліктних ситуацій між виробником (або постачальником) ГТВ і виробником матеріальної частини місця установки ГТВ, які в більшості випадків є різними юридичними особами.

Як правило, крім каучуків, які є основою будь-якої гумової суміші, в неї входять багато інгредієнтів різного призначення в певному співвідношенні на 100 масових частин каучуку. Це вулканізаційні агенти, активатори і прискорювачі вулканізації, наповнювачі, пластифікатори і пом'якшувачі, стабілізатори і інші, які, враховуючи їх хімічну природу, можуть після вулканізації мігрувати із ГТВ в навколишнє середовище, зокрема, в суднові приміщення з обмеженим простором, в яких перебувають як члени екіпажу, так і пасажири. Такі виділення можуть негативно впливати на їх здоров'я, якщо допустима кількість міграції (ДКМ) перевищує нормативну. Враховуючи, що в суднах в більшості приміщень перебувають люди, а також ємності з запасом безалкогольних напоїв, в тому числі питної води, інших харчових продуктів, ущільнювачі дверей, ілюмінаторів, люків, транспортних систем і інших пристроїв повинні виготовлятися із гум, ДКМ яких не перевищує санітарні норми [2]. Тому для об'єктів суднобудування в зазначених вище випадках може використовуватися не будь-яка технічна гума, а лише та гума, на яку оформлено нормативний документ зі стандартизації, узгоджений з державними органами охорони здоров'я. В такому документі наряду з вимогами щодо фізико-механічних показників, повинна вказуватися норма ДКМ та перелік речовин, в яких належить визначити ДКМ. Такі гуми отримали назву харчових. Крім того після виготовлення в залежності від рецептури гумової суміші ГТВ повинні підлягати додатковій спеціальній обробці і випробуванням за методиками, узгодженими з органами охорони здоров'я.

Наприклад, для ущільнювальних пристроїв, що використовуються в обладнанні безалкогольних напоїв (сифони, ємності, автосатуратори газованої води), для прокладок використовуються гуми на основі натурального каучуку, до складу якої входять інгредієнти, які за умов експлуатації можуть мати певну кількість мігруючих компонентів (МК) в робоче середовище, тобто в безалкогольні напої. Це такі інгредієнти як прискорювачі вулканизації вулкацит-Р-екстра N, що може виділяти МК у вигляді етилфенілдітіокарбамату цинку, ДКМ якого в модельне середовище складає 1,0 мг/л, та моноетиланіліну, ДКМ якого складає 0,5 мг/л, і сульфенамід Ц, що може виділяти МК у вигляді циклогексил – 2-бензтіазолілсульфенаміду, ДКМ якого складає 0,15 мг/л, та 2 - меркаптобензтіазолу, ДКМ якого складає 0,15 мг/л, а також активатор вулканізації оксид цинку, що може виділяти МК у вигляді іонів цинку, ДКМ яких складає 1,0 мг/л [2]. Тому для забезпечення зазначених вимог потрібні заходи щодо коригування відповідної нормативної бази та посиленого професійного контролю, який з боку органів охорони здоров'я України майже відсутній.

При створенні ГТВ для об'єктів суднового машинобудування необхідно враховувати, що з терміном часу під дією зовнішніх чинників, і в першу чергу сумісною дією озону, кисню, температури, світла, хлоридів, морської води та інших, що можуть активуватися механічними напруженнями, гума виробу внаслідок старіння порівняно швидко втрачає свої технічні характеристики [3]. На його поверхні з'являються тріщини, гума стає твердішою, більш крихкою і таким чином виріб втрачає свої експлуатаційні властивості. Тому розробники ГТВ на підставі вимог технічного завдання, повинні проаналізувати всі експлуатаційні чинники і враховувати їх при виборі існуючої або розробки нової гуми для того чи іншого ГТВ в конкретному установчому пристрої.

Крім того, при експлуатації пристроїв з ГТВ під впливом зазначених раніше експлуатаційних чинників мають місце чітко виражені релаксаційні процеси, що протікають в гумах виробів (релаксація напруження, повзучість, відновлення), які потрібно враховувати при проектуванні вказаних пристроїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. **М.С. Хорольский.** Современное состояние и перспективы развития производства резиновых изделий технического назначения [Текст] // Труды II Международного симпозиума. Безопасность сложных систем и проблем устойчивого развития, июнь 1997 г. том 3А. – Днепропетровск, 1998. – С. 167 – 183;

2. Большой справочник резинщика. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты / Под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. – М.: ООО «Изд. центр "Техинформ" МАИ», 2012. – 744 с.; ил;

3. **Кошелев Ф.Ф.** Общая технология резины [Текст] / Ф.Ф. Кошелев,, А.Е. Корнев, А.М, Буканов . – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1978. – 528 с., ил.

УДК 629.5

НЕТОКСИЧНЕ АНТИОБРОСТАЮЧЕ ПОКРИТТЯ ДЛЯ МОРСЬКИХ СУДЕН І СТАЦІОНАРНИХ СПОРУД

Кочанов Володимир Юрійович, Юреско Тетяна Анатоліївна
tyuresko@gmail.com
Національний університет кораблебудування

Створення антиобрастаючих покриттів для морських транспортних суден і стаціонарних споруд передбачає конкретизацію умов експлуатації об'єкта, а саме кліматичної зони і режиму плавання (періодичність і тривалість зупинок у портах, швидкість руху, екологічні вимоги та інші).

Основні вимоги, яким повинні відповідати антиобрастаючі покриття наступні:

- стійкість до морської води і можливість експлуатації в конкретній кліматичній зоні (діапазон температур, солоність води, біофауна);
- висока адгезія до матеріалу корпусу судна або стаціонарної споруди;
- високі технологічні характеристики (низька в'язкість, можливість автоматизованого нанесення на поверхню об‘єкту);
- високі механічні характеристики (ударостійкість, зносостійкість);
- екологічна безпека, відповідність до міжнародної конвенції IMO Anti-fouling System Convention compliant (AFS/CONF / 26) за допустимими нормами концентрації небезпечних з’єднань таких як олова, міді, ціанідів, пестицидів та інших [1].

Зазначеним вимогам задовольняють сучасні зносостійкі антиобрастаючі покриття, які виготовляються на основі акрилових та поліуретанових смол з наповнювачем у вигляді природних мінералів пластинчастої структури - базальтової луски та мікрослюди [2]. В якості екологічно безпечного біоциду раціонально використовувати пірітіон цинку $C_{10}H_8N_2O_2S_2Zn$, який в медицині застосовується для боротьби з грибками.

Акрилові та поліуретанові смоли - реактопластічні смоли з температурою твердіння + 20 - 50°С і часом полімерізації 2 - 3 години, мають достатню механічну міцність (до 50 МПа), високу адгезію та високі деформаційні характеристики. Це забезпечує стійкість покриття до випадкових ударних навантажень і зношування [3]. Іноді в якості сполучника для антиобрастаючих покриттів, які повільно змиваються водою разом з мікроорганізмами, що наросли на поверхні об‘єкту, використовують природну каніфоль [4]. Однак даний сполучник дуже крихкий та має невисокі механічні характеристики.

Частинки базальтової луски і мікрослюди, завдяки своїй геометричній формі, розташовуються паралельно поверхні, створюють бар‘єр для агресивних зовнішніх факторів (хімічного та біологічного впливу, ультрафіолетового випромінювання). Також блокується вивільнення біоциду з покриття. Завдяки анізотропії базальтової луски зростають властивості міцності покриття, оскільки прикладене зусилля зустрічає на своєму шляху суцільну і міцну мінеральну поверхню, яка його максимально розподіляє та знижує інтенсивність впливу [5].

Базальтова луска та мікрослюда розташовуються найбільшим характерним розміром у напрямку потоку сполучника, тому композиції антиобрастаючого покриття надаються псевдопластичні властивості. Це створює певну тиксотропію, що забезпечує зниження в'язкості матеріалу під час перемішуванні та її відновлення після припинення такої дії. Базальтова луска має високу твердість, механічну міцність, хімічну стійкість і низьку собівартість виготовлення, що робить її перспективним наповнювачем для захисних покриттів бар'єрного типу.

Розроблено перспективний склад антиобрастаючого покриття і проведені початкові випробування зразків в експериментальному басейні з водою та біофауною Дніпро-Бузького лиману на протязі 3-х місяців, які показали обнадійливі результати.

Висновки. Планується проведення подальших досліджень у напрямках:

- модифікації акрилових і поліуретанових смол з метою надання їм здатності повільно розчинятися у прісній та солоній воді;
- вибору розмірів мікрочастинок мінеральних наповнювачів і об'ємного співвідношення компонентів.

Основним документом щодо визначення функціональних і технологічних характеристик антиобрастаючих покриттів передбачається застосування міжнародного стандарту ISO 4624-78. 4 або його аналогів [6].

При випробуваннях зразків антиобрастаючого покриття будуть контролюватися товщина, міцність адгезії, час полімеризації покриття, його ударостійкість та зносостійкість. Ступінь обростання покриття планується контролювати при натурних випробуваннях в Дніпро-Бузькому лимані.

Список літератури:

1. **Патент України UA 19198U.** Покриття проти обростання для металевих і залізобетонних конструкцій у висо-комінералізованій воді / Литвиненко П.Є, Шевченко О.Ф. опубл. 28.04.2006.

2. Новые антикоррозионные покрытия барьерного типа на основе базальтовой чешуи / Н. Н. Буков и др. // ЭКиП: Экология и промышленность России. 2009. N 1. С. 323.
3. **Патент України UA 94691 C2.** Композиція для одержання протиобростаючого покриття та її застосування на штучних конструкціях **/** Соломон Тревор, Джон Девід, опубл. 19.01.2005
4. **Патент України UA 85080 C2** Композиція для необростаючого покриття та її застосування **/** Прайс клейтон опубл. 11.01.2005
5. **Патент Российской федерации WO2010056147 A1.** Атикоррозионное защитное покрытие «Базалит каменная смола» / Быков Н.Н., опубл. 20.05.2010
6. **ГОСТ 27890-88.** Покрытия лакокрасочные защитные дезактивируемые. Метод определения адгезионной прочности нормальным отрывом.

УДК 620.178

МЕХАНІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ТРИШАРОВИХ ПЛАСКИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ЗГИНАННІ

Копійка Сергій Васильович, к.т.н., доцент,
sergii.kopiika@gmail.com;
Соломонюк Наталя Сергіївна, к.т.н.,
nata_solo@ukr.net
Національний університет кораблебудування,

Враховуючи необхідність поєднання в конструкціях високої міцності, жорсткості та невеликої ваги, поширення в суднобудуванні набули тришарові матеріали з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ). При експлуатації подібних конструкцій виникає напружено-деформований стан, ускладнений спільною дією нормальних напружень та напружень зсуву. Деформації та руйнування ПКМ визначаються співвідношенням характеристик армуючого наповнювача та сполучника, властивостей пінопластів та стільникових матеріалів з врахуванням застосованої технології виготовлення. Стандартні методи випробувань мають за мету визначення характеристик матеріалів при спрощеному однопараметричному напружено-деформованому стані (НДС), та не дозволяють адекватно оцінити механічні властивості при складному НДС, а отже – не дозволяють при виборі матеріалів врахувати велику кількість чинників. Використання декількох стандартних методів випробування одного матеріалу вимагає збільшення кількості зразків та розширення випробувальної бази. Накладення обмежень на форму та розміри зразків при стандартних випробуваннях робить взагалі неможливим визначення деяких характеристик ПКМ для суднобудівних конструкцій. Вважається за доцільне розробити методику механічних випробувань ПКМ, яка дозволить отримувати комплекс характеристик тришарових конструкцій.

Враховуючи, що переважна більшість суднових конструкцій з ПКМ мають геометричний вигляд пластини, оболонки, балки чи стрижня, за основний вигляд деформування таких конструкцій слід вважати деформації при згинанні. Деформації чистого розтягування, чистого стискання виникають нечасто та з невеликими значеннями, які не можно вважати небезпечними. Крім цього, випробування на згинання найменш вимогливе до класу точності апаратного оснащення, через це – його слід прийняти за основний експрес метод дослідження матеріалів, принаймні на перших етапах проектування конструкцій. При випробуваннях на згинання ПКМ слід врахувати такі основні особливості ПКМ [4],[7] та суднових конструкцій з них:

- ПКМ, при використанні в конструкціях, часто мають суттєву відмінність механічних властивостей на стискання та розтягування, а відповідно – нейтральна вісь матеріалу може відхилятися від геометричного свого положення;
- вказана особливість меншою мірою властива тришаровим конструкціям через велике відношення загальної товщини конструкції до товщини несучого зовнішнього шару;
- значення модулів пружності, міцності анізотропних ПКМ можуть відрізнятися в декілька десятків разів в залежності від напрямку орієнтації;
- міцність ПКМ при міжшаровому зсуві та міцність середнього шару при зсуві в декілька десятків разів менша за міцність при розтягуванні – стисканні, а тому - руйнування конструкцій при згинанні часто відбувається саме від зсуву;
- через вище вказане міцність конструкції з довільною структурою ПКМ може виявитися значно меншою очікуваних значень за стандартними методами випробувань.

Прикладом суднової конструкції з ПКМ тришарової будови прийнято елемент внутрішньої поперечної переборки маломірного судна.

Як показує досвід виготовлення та випробувань подібних конструкції, руйнування відбувається в середньому районі пластини від розшарування матеріалу внаслідок невеликих характеристик міцності при міжшаровому зсуві ПКМ (30 – 50 МПа) або середнього шару (3 – 5 МПа). Виникненню значних дотичних напружень сприяють також різка зміна товщини виробу, невеликий радіус кривизни оболонки, тощо.

Для експериментального визначення пружних постійних матеріалу при згинанні використовуються уточнені залежності напружено – деформованого стану (НДС) при згинанні призматичної балки. Випробування на згинання балок можливі за трьохточковою схемою (поперечне згинання) та чотирьохточковою схемою (чисте згинання). Схема навантаження трьохточкового згинання забезпечує наявність при випробуванні і нормальних складових і дотичних складових НДС з можливістю варіації в широких межах взаємовідношення між ними зміною бази випробувань. Максимальний прогин стрижня з врахуванням впливу деформацій зсуву визначається за формулою:

$$\omega_{\max} = -\frac{Pl^3}{48E_x I}\left[1+\alpha\left(\frac{h}{l}\right)^2\frac{E_x}{G_{xz}}\right] = -\frac{Pl^3}{48E_x I}\ 1+0,486\chi^2\ = \omega^*_{\max}\ 1+0,486\chi^2 \qquad (1)$$

де: $\omega^*_{\max} = \frac{Pl^3}{48E_x I}$ – максимальний прогин балки без урахування впливу зсуву; $\chi = \pi\frac{h}{2l}\sqrt{\frac{E_x}{G_{xz}}}$ коефіцієнт, *h* – висота перерізу балки, *l* – відстань між опорами при випробуванні, G_{xz} – модуль міжшарового зсуву матеріалу, α – коефіцієнт, залежний від форми поперечного перерізу балки, для обраного прямокутного перерізу α =1,2.

З (1) видно, що визначений за формулою $E_x = \frac{Pl^3}{48I\omega_{\max}}$ модуль пружності E_x є фіктивним, оскільки величина ω_{max} включає також вплив деформації зсуву. Надалі фіктивний модуль пружності позначимо E_f. Між E_f, E_x і G_{xz} існує наступна залежність: $\frac{1}{E_f} = \frac{1}{E_x} + \frac{1,2}{G_{xz}}\left(\frac{h}{l}\right)^2$ (2).

Відмінність фіктивного модуля E_f від дійсного E_x збільшується зі збільшенням відношення h/l та зі збільшенням ступеня анізотропії матеріалу $\beta^2 = E_x / G_{xz}$. Стандартом ГОСТ 9550 - 60 рекомендовано використовувати при випробуваннях співвідношення h/l =1/16. Визначення модуля пружності при такому співвідношенні дає невірні результати вже для рівномірно армованих склопластиків. Ще більше зростає похибка при поширенні рекомендацій на односпрямовано армовані склопластики, високомодульні матеріали типу вуглепластиків, органопластиків та на тришарові ПКМ. За стандартами ASTM D 790 – 66, співвідношення h/l доведено до1/16 – 1/40, але й це для суттєво анізотропних ПКМ не гарантує від системних похибок. При β^2 = 100 навіть при h/l =1/30 помилка складає більше 12%. Подальше збільшення h/l для ПКМ приводить до технічних труднощів (вимірювання малих прогинів та навантажень), тому доцільним є визначення модуля пружності E_x з врахуванням впливу міжшарового зсуву матеріалу.

Для визначення пружних постійних при згинанні з врахуванням міжшарового зсуву слід випробувати серію зразків з різним співвідношенням h/l в межах можливих значень для конкретної конструкції з ПКМ. Для обробки результатів експерименту використовується формула (1), графічний вигляд якої в координатах $(h/l)^2$, $(1/E_f)$ представляється прямою, тангенс кута нахилу до осі абсцис якої дорівнює $1,2/G_{xz}$,а вісь ординат ця пряма перетинає в координаті $1/E_x$. За графічним представленням результатів випробування пружні постійні можуть бути визначені безпосередньо з графіка або аналітично. Вибравши на прямій дві точки можна отримати систему рівнянь: $\frac{1}{E_{f1}} = \frac{1}{E_x} + \frac{1,2}{G_{xz}}\left(\frac{h}{l_1}\right)^2$; $\frac{1}{E_{f2}} = \frac{1}{E_x} + \frac{1,2}{G_{xz}}\left(\frac{h}{l_2}\right)^2$, (3) де $E_{f1} = -\frac{P_1 {l_1}^3}{48I\omega_{\max 1}}$; $E_{f2} = -\frac{P_2 {l_2}^3}{48I\omega_{\max 2}}$.

Дана система рівнянь дозволяє аналітично отримати обидва значення необхідних пружних характеристик, які відповідальні за поведінку ПКМ в складному НДС при згинанні.

Для верифікації методик проведення випробувань та окреслення меж можливого застосування різних структур ПКМ в суднобудуванні проведено дослідження на згинання серій склопластиків.

З метою поширення методики випробувань на тришарові конструкції використовувалися моделі складу: зовнішні шари – склопластик, армований скломатом, середній шар – склопластикова стільникова конструкція або шар пінопласту.

Враховуючи значний розкид всіх механічних характеристик ПКМ, при випробуванні використовувались повторно-паралельні зразки матеріалу для отримання статистично обґрунтованих результатів.

Випробування проводились за основною послідовністю, як це встановлено в нормативах для трьохточкового згинання. Для отримання значень міцності та модуля пружності зразки випробувались на згинання при поступовому збільшенні бази випробувань.

Міцність при згинанні розраховувалася виходячи з вимог стандартів $l \geq 16h$. Якщо ця умова впродовж випробувань не виконується, то руйнування матеріалу може відбуватися не за рахунок дії нормальних напружень і, як наслідок, нормального руйнування, а від появи зсувних напружень.

При випробуванні отримано діаграми деформування зразків, за якими були розраховані модулі пружності матеріалів.

Результати випробувань зразків на згинання використовувалися після проведення статистичної обробки, вилучення статистично “грубих” помилок.

Висновки.

1) Для отримання комплексних механічних характеристик при згинанні перспективних структур ПКМ рекомендовано метод поперечного згинання з використанням щонайменше двох значень h/l в межах можливих значень для конструкції.

2) Значення характеристик модуля пружності E та модуля міжшарового зсуву G_{xz} слід визначати графічним або аналітичним способом за формулами (1), (2), (3).

3) З метою отримання руйнуваня при випробуваннях тришарових конструкцій від розтягування-стискання зовнішніх шарів слід обирати h/l мінімально можливим в діапазоні 1/30 – 1/50, при якому зникають прояви руйнування від зсуву.

4) З метою отримання руйнуваня при випробуваннях тришарових конструкцій від зсуву середнього шару слід обирати h/l максимально можливим в діапазоні 1/4 – 1/5, при якому зникають прояви руйнування від зсуву.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Васильев В.В.** Механика конструкций из композиционных материалов (Б-ка расчетчика) / В. В. Васильев, Н. Н. Малинин и др. – М.: Машиностроение, - 1988. – 272 с.

2. **Гузь А.Н.** Механика композитных материалов и элементов конструкций: в 3 т. Т. 1: Механика материалов. / А.Н. Гузь, Л.П. Хорошун и др. – К.: Наук. думка, - 1982. – 368с.

3. Композиционные материалы: Справочник / под ред. В.В.Васильева, Ю.М.Тарнопольского. - М.: Машиностроение, - 1990. - 512 с.

4. **Копійка С.В.** Вплив складу на стабільність механічних властивостей склопластиків / С. В. Копійка, А. В. Овчаренко, О. В. Сандул // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Фізико-математичні науки. – 2003. – Випуск №5. – С. 60–65.

5. Механика композиционных материалов / Карпов Я.С., П.П. Лепихин, И.М. Тараненко. -Учеб. Пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2004. – 104с.

6. Справочник по композиционным материалам: / Под ред. Дж. Любина./ Дж. Любин – М.: Машиностроение, - 1988. – Т.1. – 160 с.

7. **В.Ф.Панин** Конструкции с заполнителем: Справочник. / Панин В.Ф., Гладков Ю.А. / - М.:Машиностроение, - 1991.-272с.

УДК 629.05.001

МОДЕЛЮВАННЯ СИЛОВИХ ВЗАЄМОДІЙ У НЕЛІНІЙНІЙ ДИНАМІЧНІЙ СИСТЕМІ СУДНО - МОРСЬКЕ ХВИЛЕУТВОРЕННЯ

Суслов Сергій Віталійович , доцент каф. ПЗАС,
sergiy.suslov@nuos.edu.ua.
Національний університет кораблебудування

Останнє десятиріччя у практиці проектування суден відбувається переміщення акцентів з використання правил, що базуються на попередньому досвіді й статистиці, на забезпечення певних

характеристик важливих при експлуатації судна, включаючи належний рівень безпеки й надійності шляхом прямих розрахунків. Такий підхід спонукає до підвищення реалістичності й точності теоретичних моделей, які використовують у розрахунках міцності, важливою складовою яких є визначення хвильових навантажень. На цей час розроблено теоретичні моделі різної складності від спрощених двовимірних моделей з балочним поданням корпусу й врахуванням взаємодії з водою через гідродинамічні коефіцієнти до тривимірного подання конструкції корпусу скінчено-елементною моделлю з тривимірним моделюванням оточуючої води.

Визначення проектних значень хвильових навантажень на корпус судна ґрунтується на спільному вирішенні двох завдань: 1) визначення величини навантажень на судно, спричинених хвилюванням із заданими характеристиками; 2) визначення найбільш несприятливих характеристик хвилювання, з якими може зустрітися судно під час його експлуатації [1]. Стохастичний характер хвилювання призводить до необхідності проведення розрахунків для великого числа варіантів хвильових умов і характеристик судна (швидкість, напрям відносно хвиль, завантаження) при визначенні максимальних величин хвильових навантажень з певною ймовірністю. Це обмежує використання складних моделей і потребує оптимізації розрахункових методів у показниках витрати часу – точність.

Метою поданих в доповіді досліджень є вдосконалення розрахункових методів визначення хвильових навантажень шляхом збалансування точності врахування складових теоретичної моделі, а саме, різних видів сил, що спричиняють загальні хвильові навантаження на корпуси суден, при забезпеченні належної точності результатів.

Дослідження було проведено методами чисельних експериментів для визначення відносних впливів різних складових сил з використанням теоретичної моделі, в якій враховано такі п'ять категорій сил: сили ваги; сили Крилова – Фруда; інерції власних мас; гідродинамічні сили інерційної природи; гідродинамічні сили демпфірування [2]. Динамічні деформації корпусу судна, які можуть призвести до значного збільшення максимальних значень хвильового згинального моменту, враховано за балочною теорією шляхом розкладання за головними формами [3]. Для оцінки впливу окремої складової сили на максимальні величини навантажень застосовано варіації її величини.

Висновки. З проведених розрахунків було отримано граничні оцінки впливу варіації у 20% на максимальні величини квазістатичної складової згинальних моментів для гідродинамічних сил інерційної природи ~ 20%, сил демпфірування ~ 3%. Відповідні впливи на результуючі величини моментів з урахуванням динамічного згину корпусу склали ~ 30% і 10%. Подальші дослідження будуть спрямовані на виявлення закономірностей цих впливів.

Література.

1. ISSC Committee I.2: Loads: [report] / [Y. Ogawa, W. Bai, G. de Hauteclocque, and others] // Proceedings of the 20th International Ship and Offshore Structures Congress [ISSC -2018], (Liege (Belgium) and Amsterdam (The Netherlands), 9–14 September, 2018). – Amsterdam, The Netherlands, 2018. – IOS Press BV. –Vol. 1. – P. 103 – 150. – ISSN 2543-0963.

2. **Суслов, С. В.** О нелинейной модели волновых нагрузок судов. [Текст] / С. В. Суслов // Сб.науч.тр. УГМТУ. – Николаев : УГМТУ, 1998. – № 3 (351) – С. 15 – 19.

3. **Суслов, В.П.** Влияние динамического изгиба корпуса на волновые изгибающие моменты. [Текст] / В. П. Суслов, С. В. Суслов // Кораблестроение и океанотехника. Проблемы и перспективы : Материалы международной конференции SOOP–98. – Владивосток : ДВГУ, 1998. – Часть III. – С. 55-59.

УДК 629.5.026.53

ВПЛИВ НАХИЛУ ТВІРНОЇ ОБОЛОНКИ ГНУЧКОЇ ОГОРОЖІ СУДНА НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ВНАСЛІДОК ДІЇ ДОДАТКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ.

Ткаченко Ю.М., Морозан С.М.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Форма м’якої циліндричної оболонки забезпечується завдяки різниці тисків, зовнішнього навантаження та параметрів розкрою[1].

Метою дослідження є визначення залежності зміни форми та натягу в оболонці від конструктивних особливостей та зовнішнього навантаження м’якої циліндричної оболонки. В якості розрахункової моделі розглядається гнучка огорожа судна на повітряній подушці.

Для спрощення розрахунків зробимо припущення відносно властивостей матеріалу огорожі, принципу її роботи, розподілу тиску по її поверхні:

1. Матеріал гнучкої огорожі приймається абсолютно гнучким, невагомим і нерозтяжним.

2. Наявністю місцевих підкріплень оболонки та навісними елементами нехтуємо.

3. Величиною поздовжніх напружень нехтуємо, як це практикується в розрахунках жорстких циліндрів, завантажених внутрішнім тиском.

4. Надлишковий нормальний тиск повітря що діє в середині оболонки та з боку повітряної подушки приймається постійним та рівномірно розподіленим.

5. Наявність повітретокового вирізу в нижній частині ресивера над навісними елементами враховуємо коефіцієнтом навантаження 0<æ<1 та довжиною поперечного комінгса навісного елемента l_0.

6. Зовнішнє навантаження діє лише на середню частину гнучкої огорожі l_0.

7. Тиск в повітряній подушці вважаємо сталою величиною.

Задача визначення параметрів форми та напруженого стану оболонки гнучкого ресивера за такими припущеннями приводиться до рішення трансцендентного рівняння відносно кута θ. Розрахункова схема оболонки одноярусного ресивера та літерні позначення показані на рис. 1.

Для узагальнення результатів розрахунку та зменшення числа характеристик впливу на жорсткість форми, перейдемо до безвимірних параметрів. При переході до безвимірних параметрів всі лінійні характеристики розділимо на периметр перерізу оболонки L, силові на тиск в повітряній подушці Pn. Перехід до безвимірних параметрів здійснюємо за формулами аналогічно [2]

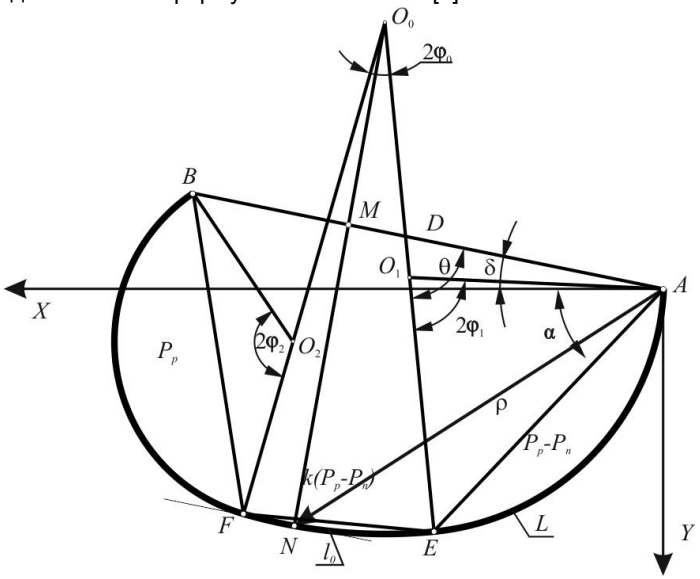


Рис.1. Розрахункова схема оболонки.

Опускаючи очевидні й нескладні перетворення , отримаємо такі аналітичні залежності в безвимірному вигляді:

$$\theta = arctg\left(\frac{a_2\cdot\cos(2\cdot\phi_0+\phi_2)+a_0\cdot\cos\phi_0+a_1\cdot\cos\phi_1}{a_2\cdot\sin(2\cdot\phi_0+\phi_2)+a_0\cdot\sin\phi_0-a_1\cdot\sin\phi_1}\right)$$

$$r_0=\frac{l_0}{2\cdot\phi_0},\quad r_1=\kappa\cdot r_0,\quad r_2=\frac{\kappa\cdot r_0}{1+\varepsilon}$$

$$\phi_i=\frac{l_i}{2\cdot r_i},\quad a_i=2\cdot r_i\cdot\sin\phi_i\quad ,(i=0,1,2),\quad c=\frac{l_1}{l_2},\quad l_1=\frac{c\cdot(1-l_0)}{1+c},\quad \varepsilon=\frac{P_p-P_n}{P_n},\text{ де}$$

$P_{n.}$ – надлишковий тиск в повітряній подушці

$P_{p.}$ – надлишковий тиск в оболонці

ε – відносний коефіцієнт перепаду тиску в оболонці та повітряній подушці

к - коефіцієнт навантаження на середню дільницю оболонки , що враховує наявність повітретокового отвору.

Результати розрахунку подано у вигляді графіків на рисунку 2 при наступних значеннях: к=0,3; l_0=0,3; с=1; ε=0,3; d=0,5; d=0÷30°

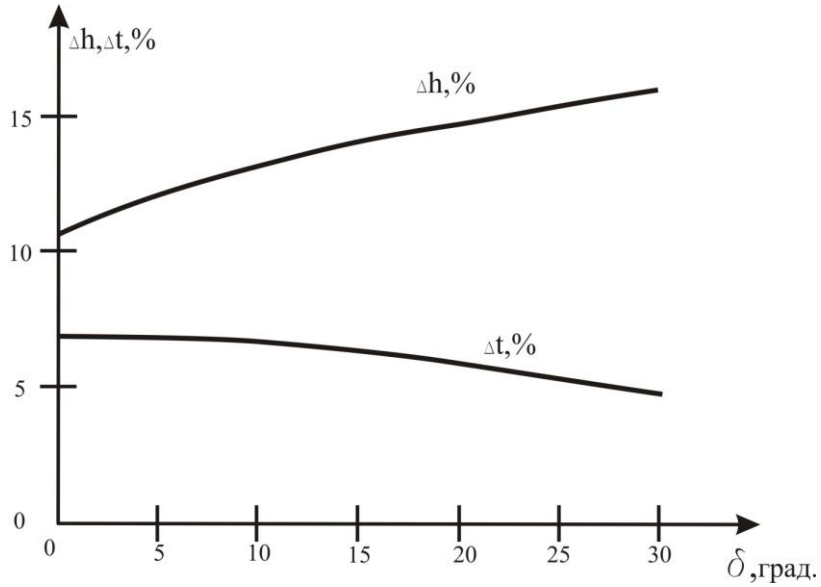


Рис.2. Графіки залежності відносної зміни висоти гнучкої огорожі і натягу оболонки від кута нахилу твірної до горизонту.

Для визначення параметрів деформації середню частину оболонки гнучкої навантажується додатковим надлишковим тиском. Потім порівнюються величини до навантаження і після, абсолютні значення висоти і натягу в оболонці між собою не порівнюються

Висновки. Із збільшенням від кута нахилу твірної до горизонту збільшується відносна деформація з 11,5% до 17,6%. Відносний натяг в оболонці практично не змінюється і знаходиться в межах від 6,3% до 4,8% на розглянутих проміжках, що свідчить про незначний вплив кута нахилу твірної до основи на зміну натягу в оболонці.

Список використаних джерел

1. **Тростель, Отто Ф. .** Пневматические строительные конструкции [Текст] / Отто Ф., Тростель. – М. Стройиздат, 1967, 320с

2. **Ткаченко, Ю. М.** Обчислення жорсткості форми м'якої циліндричної оболонки. [Текст] / Ю. М. Ткаченко, Б. М. Мартинець // Комп'ютерні науки та інженерія. – Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2011 – с.208-209

УДК 629.5.012

О ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЮКОВЫХ ЗАКРЫТИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

Шарун Григорий Васильевич, Ван Лей, Кьян Дзянг,
grygorii.sharun@gmail.com
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

В процессе проектирования люковых закрытий современных транспортных судов прорабатываются различные варианты компоновки закрытий, схемы открывания-закрывания и множество различных вариантов конструкции люковых крышек.

Одной из основных задач проектанта является снижение веса люкового закрытия. Обычно вес съемного люкового закрытия регламентируется грузоподъёмностью судовых или береговых кранов или требованиями заказчика. При этом нужно обеспечить прочность и жесткость люкового закрытия в соответствии с требованиями Правил классификационных обществ.

При проектировании конструкции люкового закрытия должны быть проверены прочность и устойчивость настила, ребер жесткости и балок рамного набора согласно требований Правил и Норм классификационных обществ [1, 2]. Настил и ребра жесткости проектируются по известным правилам строительной механики корабля. Для проектирования рамного набора обычно используется метод конечных элементов при различных вариантах нагружения конструкции: на открытых палубах это волновое давление

при заливаемости, регламентированное Правилами, давление груза на люковое закрытие, нагрузки при подъеме крышки краном, нагрузки, возникающие при открытии-закрытии люка и т.п.

В качестве примера можно привести люковое закрытие ферменного типа, которое существенно легче стандартного закрытия, состоящего из балок таврового профиля (рис. 1, 2). Выбор такого варианта конструкции объясняется ограничением веса конструкции крышки грузоподъемностью береговых кранов.

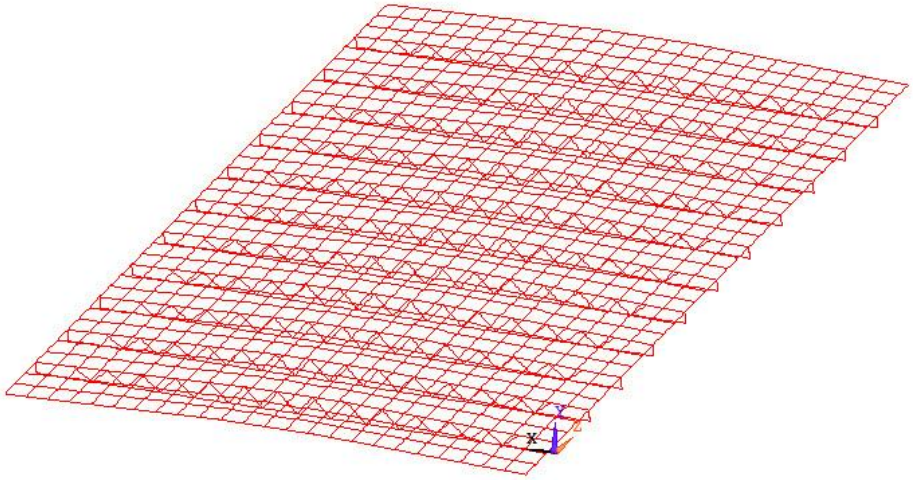


Рисунок 1 - Расчетная схема люкового закрытия ферменного типа

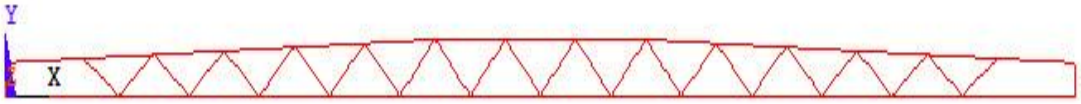


Рисунок 2 - Расчетная схема фермы люкового закрытия

На рис. 3 приведена расчетная схема конструкции люкового закрытия, спроектированная с использованием балок таврового сечения для рамных связей и полособульбов в качестве ребер жесткости.

При серийной постройке судов рекомендуется изготавливать люковое закрытие совместно с его опорными конструкциями (частью палубы с комингсами) и вваривать такую конструкцию непосредственно в собранный корпус. Это существенно уменьшает затраты времени на отладку механизмов закрытия-открытия. Таким образом выполняется постройка судов с использованием люковых закрытий фирмы Мак-Грегор.

Выводы. Рассмотрены и спроектированы для практического использования различные типы конструкций люковых закрытий. При ограничении веса люкового закрытия рекомендуется применять ферменные конструкции люковых закрытий, которые позволяют снизить массу закрытия на 20-30% по сравнению с традиционными типами люковых закрытий.

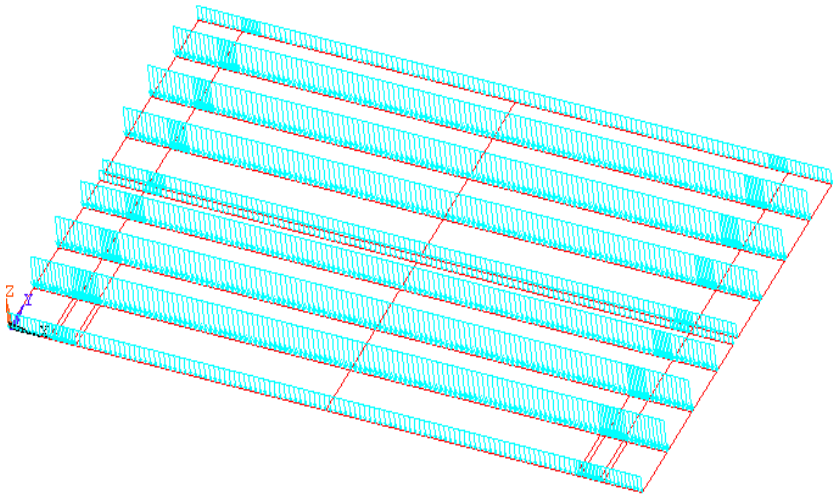


Рисунок 3 – Схема двух секций откидного люкового закрытия при действии нагрузки от воды

Литература.

1. Сборник нормативно-методических материалов. Нормативно-методические указания по расчетам прочности морских судов [Текст] / Российский Морской Регистр Судоходства, книга 11. – С. 151.
2. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 2. Регістр судноплавства України. Київ: РУ, 2011.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ

Васильева А.В. (гр.2161), Дедова А.А. (гр. 2111)
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

При проектировании судов иногда приходится сталкиваться с задачей о заполнении емкостей водой. Задача осложняется в случае,когда форма впускного отверстия имеет произвольную геометрию,которая изменяет свои размеры с течением времени. В настоящей работе показано,как можно оценить скорость изменения площади треугольного отверстия с помощью представления о полном дифференциале функции нескольких переменных.

Этот пример рассматривается в приведенных ниже задачах.

Задача 1: Сторона треугольника имеет известную длину и возрастает с известной скоростью, вторая сторона аналогично. Угол, заключенный между этими сторонами известного размера увеличивается с определенной скоростью. Как и с какой скоростью изменяется площадь треугольника?

Пусть первая сторона треугольника равна a, вторая – b, угол, заключенный между этими сторонами – α; скорость их изменяется соответственно Δa, Δb, Δα; тогда площадь и скорость ее изменение соответственно равны

$$S = \frac{1}{2}ab\sin\alpha$$

$$\Delta S = \frac{\partial S}{\partial a}\Delta a + \frac{\partial S}{\partial b}\Delta b + \frac{\partial S}{\partial \alpha}\Delta\alpha$$

$$\frac{\partial S}{\partial a} = \frac{1}{2}b\sin\alpha$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = \frac{1}{2}a\sin\alpha$$

$$\frac{\partial S}{\partial \alpha} = \frac{1}{2}ab\sin\alpha$$

$$\Delta S = \frac{1}{2}b\sin\alpha\,\Delta a + \frac{1}{2}a\sin\alpha\Delta b + \frac{1}{2}ab\sin\alpha\Delta\alpha$$

Например при a=240 см, b=150 см, $\alpha=\frac{\pi}{3}$, Δa=10 см, Δb=5 см, $\Delta\alpha=\frac{\pi}{90}$.

$$\Delta S = \frac{1}{2}\cdot 150\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 10 + \frac{1}{2}\cdot 240\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 5 + \frac{1}{2}\cdot 240\cdot 150\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{\pi}{90} \approx 1483.3\ {}^{см}/_{с}.$$

Задача 2: Для вычисления площади S треугольника по стороне a и углам B, C пользуются формулой $S = \frac{1}{2}a^2\frac{\sin B\sin C}{\sin(B+C)}$.

Найти относительную погрешность δ_S при вычислении S, если относительные погрешности данных элементов составляют δ_a, δ_B, δ_C.

$$|\delta^* s| = \left|\frac{\partial \ln S}{\partial a}\right||\Delta^* a| + \left|\frac{\partial \ln S}{\partial B}\right||\Delta^* B| + \left|\frac{\partial \ln S}{\partial C}\right||\Delta^* C|$$

$$|\delta^* s| = |\Delta^* \ln S|$$

$$\ln S = \ln\frac{1}{2} + 2\ln a + \ln\sin B - \ln\sin(B+C)$$

$$|\delta^* s| = 2\frac{1}{|a|}|\Delta^* a| + \frac{\cos B}{\sin B}|\Delta^* B| - \frac{\cos(B+C)}{\sin(B+C)}|\Delta^* B| - \frac{\cos(B+C)}{\sin(B+C)}|\Delta^* C| + \frac{\cos C}{\sin C}|\Delta^* C|$$

$$= 2\delta_a + \left[\frac{\cos B}{\sin B} - \frac{\cos(B+C)}{\sin(B+C)}\right]|B|\delta_B - \left[\frac{\cos C}{\sin C} + \frac{\cos(B+C)}{\sin(B+C)}\right]|C|\delta_C$$

Например: при $a = 10$ см $\delta_a = 0{,}3$ см, $B = \frac{\pi}{3}$, $C = \frac{\pi}{4}$, $\delta_B = \frac{\pi}{90}$, $\delta_C = \frac{\pi}{60}$

$$|\delta^* s| = 2 \cdot 0{,}3 + \left[\frac{\cos\frac{\pi}{3}}{\sin\frac{\pi}{3}} - \frac{\cos\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\pi}{4}\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\pi}{4}\right)}\right] \cdot \left|\frac{\pi}{3}\right| \cdot \frac{\pi}{90} - \left[\frac{\cos\frac{\pi}{4}}{\sin\frac{\pi}{4}} + \frac{\cos\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\pi}{4}\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{3}+\frac{\pi}{4}\right)}\right] \cdot \left|\frac{\pi}{4}\right| \cdot \frac{\pi}{60} \approx 0.619 \text{ см}^2$$

Вывод: таким образом, с помощью полного дифференциала функции нескольких переменных вохможно решение некоторых практических инженерных задач.

Список использованной литературы:

Г. Н. Берман «Сборник задач по курсу математического анализа», М., «Наука», 1975 год, 416 с.

УДК 629. 5.015.4

ОСОБЕННОСТИ ШВАРТОВКИ ЛИХТЕРОВ К СУДНУ НОСИТЕЛЮ

Коробанов Ю.Н., Цветкова А.С.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

В современном проектировании судовых конструкций транспортных судов наблюдается активное стремление к снижению уровня перевалки грузов в морских портах. Добиться такого результата можно несколькими путями. Например использованием при конструировании новых типов специализированных транспортных судов. Среди таких судов можно выделить ячеистые контейнеровозы, накатные суда, а также лихтеровозы. На рис. 1. Показан общий вид лихтеровоза и конструктивные особенности приемного устройства, обеспечивающего швартовку лихтеров.

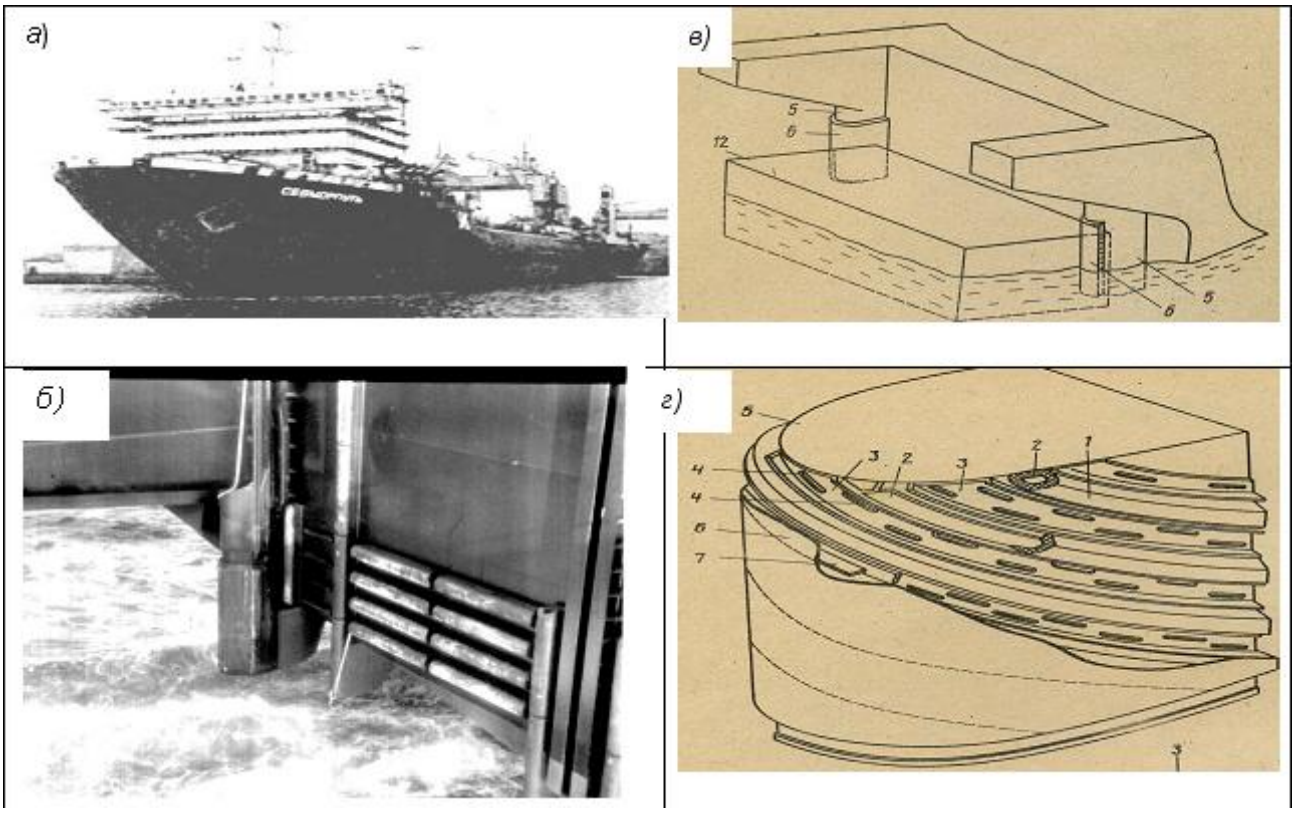


Рисунок 1. Общий вид лихтеровоза LASH и конструктивные схемы устройства, обеспечивающего швартовку лихтеров перед их погрузкой.

Как можно видеть на рис.1,*а* приведено фото судна, предназначенного для транспортировки лихтеров. Суда этого типа имеют свою специфику. Так английская аббревиатура LASH трактуется, как лихтер на борту корабля. Трюмы этого типа судов ячеистого типа и лихтеры переносятся катучими палубными крана-ми, грузоподъемностью 100т, поднимая лихтеры с поверхности воды. Чтобы связать поднимаемый лихтер с крановым оборудование предусмотрена грузозахватная рама, которая опускается на палубу лихтера перед подъемом.

Для обеспечения контакта с грузозахватной рамой лихтер должен быть отцентрован строго в просвете под катучим палубным краном. Место расположения лихтера перед погрузкой показано на фото 1,б. На схеме 1,в показано предполагаемая постановка лихтера 12, видны также консоли верхней палубы лихтеровоза, по которым перемещается судовой кран.

Поскольку для фиксации лихтера грузозахватной рамой требуется достаточно точная его установка, то в [1] предложено использование ловушек 5 с кожухом 6, способных обеспечить центровку лихтера 12, рис.1,в.

Конструктивная схема кранца, входящего в состав ловушки, используемой для центровки лихтеров показан на рис. 1,*г*. Основную амортизирующую часть кранца составляют шнуровые эластичные деформатив-ные элементы 1, укрепляемые на тавровом профиле 2. Эластичные элементы 1 удерживаются на тавровом профиле 2 посредством распорных полос 3, имеющих продольные прорези 4, для крепления их с помощью электросварки к обшивке напраляющей 5. Защитный кожух 6, имеет ребра жесткости 7 и предохраняет эластичные деформативные элементы от надрезов.

При подходе лихтера 12, навале или ударе о кожух 6 он смещается влоль прорезей, сжимая при этом эластичные элементы 1. Тем самым, амортизи-руется сила удара или навала. После того, как лихтер введен между направляющими 5 и вследствие волнения лихтер получит крен, то его борта упрутся в защитные кожухи 6 направляющих 5. При этом обжимаются эластичные элементы 6, что предупреждает заклинивание лихтера между направляющими.

Список литературы

1.**Коробанов Ю.Н., Магула В.Э., Шелудяков А.А. Коробанова Т.Н.** Крацевое устройство лихтеровоза. Авт. Св-во №1486396, 1989 г.

Секція. 3.
Новітні технології і матеріали в судновому машинобудуванні

УДК 621.793.7.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАТКОВОЇ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ТА ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ

Дубовий О.М., Карпеченко А. А., Бобров М. М. Лабарткава О.В.,
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Підвищення триботехнічних і механічних властивостей є актуальною науковою задачею, без вирішення якої неможливе створення нових матеріалів. Важливою експлуатаційної характеристикою матеріалів є їх зносостійкість. Як правило, скорочення терміну служби деталей обумовлено руйнуванням поверхневих шарів робочих поверхонь. На практиці збільшення зносостійкості конструкційних матеріалів досягається за рахунок використання захисних (зносостійких) покриттів і різних способів зміцнення та модифікації поверхневих шарів.

У попередніх роботах [1-4] встановлено, що проведення додаткової поверхневої пластичної деформації (ППД) та передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) покриттів забезпечує підвищення їх твердості та міцності зчеплення з основою у порівнянні з покриттями після напилення за рахунок формування термічно стійкої нанорозмірної полігонізаційної субструктури. Таким чином, дуже важливим з практичної точки зору є визначення зносостікості напилених та оброблених покриттів.

Мета роботи полягає у визначенні зносостійкості напилених та оброблених електродугових і плазмових покриттів.

Визначення зносостійкості проводили на машині тертя СМЦ-2 за схемою «диск-колодка». Колодку і диск виготовляли з вуглецевої конструкційної якісної сталі 45. Покриття наносили на колодку. Перед нанесенням покриття колодку та диск знежирювали технічним спиртом і піддавали струменево-абразивній обробці.

Диски піддавалися термічному поліпшенню. Гартування сталевих дисків та колодок здійснювали з температури 840 ºС і витримці протягом 50 хв. Охолодження виконували у воді. Після гартування твердість склала 54...55 *HRC*. Потім проводили відпуск при температурі 550 ºС, витримували протягом 1 години і охолоджували на повітрі. Твердість після відпуску склала 30...32 *HRC*.

Отримані зразки встановлювалися на вали машини тертя СМЦ-2 таким чином, щоб радіальне биття їх при провертанні валів вручну не перевищувало 0,1 мм. Далі проводили приробляння колодки до диску при окружній швидкості обертання диска 1,3 м/с і тиску на колодку 1 МПа. Притирання проводили до тих пір, поки не притерлося 90% площі покриття. Для змащування пари тертя використовували моторне мастило марки М10Г2К ГОСТ 8581-75. Швидкість подачі мастила складала 1 г/хв, окружна швидкість обертання диска – 0,8 м/с, тиск на колодку – 4 МПа.

Знос покриттів визначали за втратою маси зразку через кожні 10 км пройденого шляху. Результати визначення зносостійкості напилених та оброблених покриттів із зазначених матеріалів наведено на рис. 1.

Згідно з представленими даними, ПТО плазмових та електродугових покриттів забезпечує підвищення зносостійкості від 30% (бронзові покриття) до 45% (покриття з нержавіючої сталі та 65Г) у порівнянні зі станом після напилення.

Ефект збільшення зносостійкості покриттів корелюється з ефектом підвищення їх твердості. Після дробоструменевої обробки зносостійкість покриттів також зростає від 40% для бронзових покриттів до 50% для неіржавіючих внаслідок значного зміцнення поверхневого шару. Для останніх покриттів характерне деформаційне зміцнення за рахунок формування α'-фази мартенситного типу, що й пояснює високу зносостійкість після ППД.

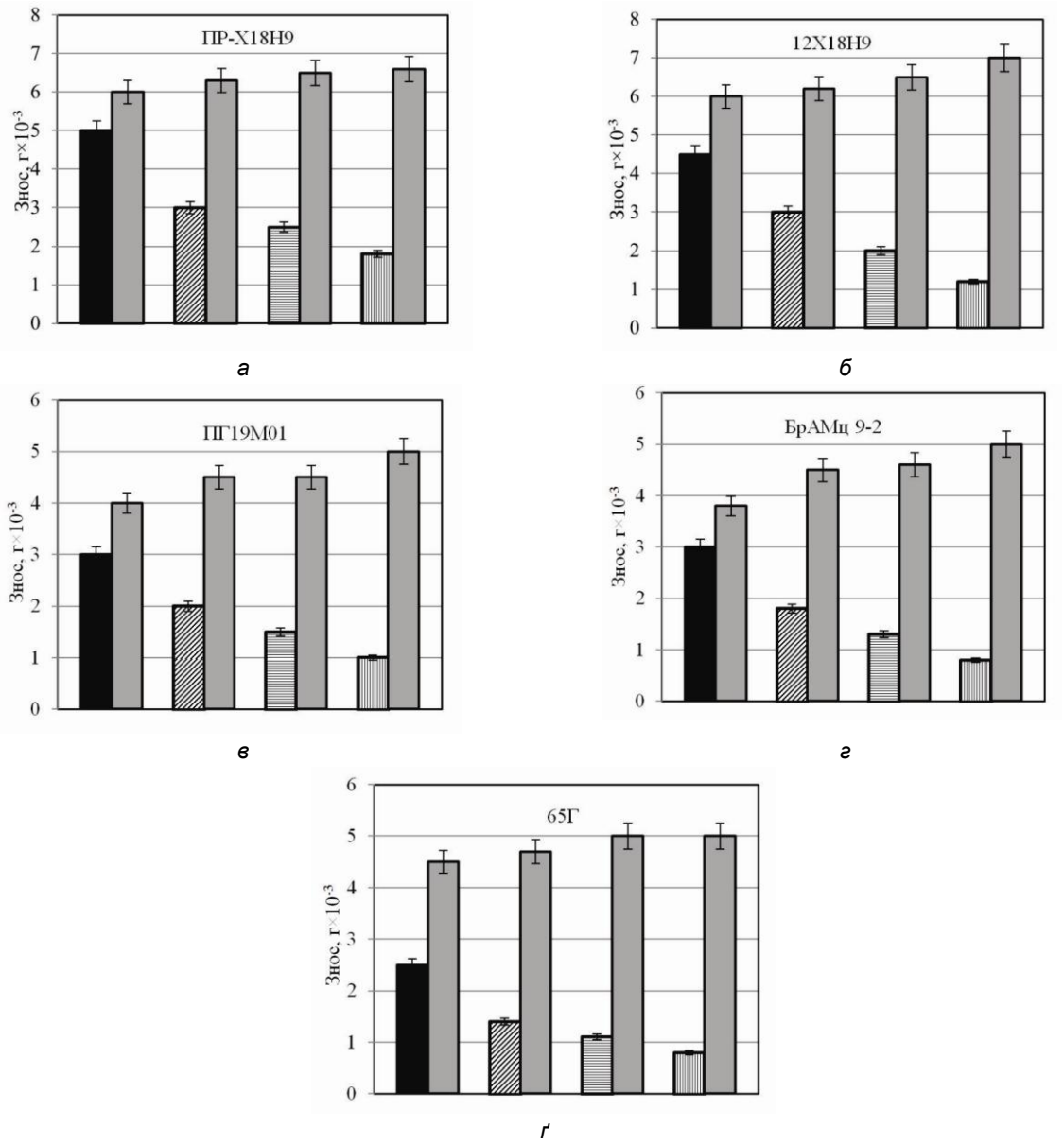


Рис. 1. Результати визначення зносостійкості плазмових (*а, в*) та електродугових покриттів (*б, г, ґ*) із зазначених матеріалів:
■ - після напилення; ▨ - напилення+термічна обробка; ▭ - напилення+ППД; ▥ - напилення+ППД+термічна обробка; ▩ - контр тіло

Термічна обробка оброблених покриттів забезпечує подальше зменшення зносу внаслідок підвищення твердості шару за рахунок формування здрібненої полігонізаційної субструктури. Знос контртіла обернено пропорційний зносу покриття: чим більша твердість та зносостійкість покриття тим більше зношується контртіло, але менш динамічно. Так, наприклад, при підвищенні зносостійкості покриття з дроту 65Г після ППД та термічної обробки на 68% у порівнянні зі станом після напилення, знос контртіла збільшився лише на 10%.

На рис. 2 наведено результати вимірювання сумарного зносу пар тертя (покриття+контртіло) після напилення та подальшої поверхневої пластичної деформації і передрекристалізаційної термічної обробки. Згідно з представленими даними при однакових умовах випробувань пар тертя встановлено, що плазмові покриття з нержавіючої сталі ПР-Х18Н9 та електродугові – з 12Х18Н9 мають приблизно однаковий рівень зносу. Аналогічна залежність зносу спостерігається і для пар тертя з бронзовими покриттями – плазмовими з ПГ-19М-01 та електродуговими з БрАМц 9-2.

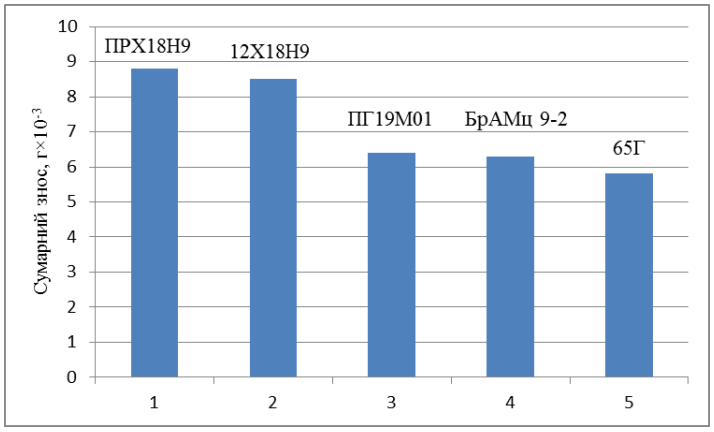


Рис. 2. Результати визначення сумарної зносостійкості (покриття+контртіло) плазмових (1, 3) та електродугових покриттів (2, 4, 5) із зазначених матеріалів

Найменший сумарний знос (рис. 2) має пара тертя з електродуговим покриттям з 65Г після ППД і ПТО, який приблизно на 35% менший ніж у пар тертя з нержавіючих сталей (ПР-Х18Н9 і 12Х18Н9) та на 9% – чим у бронзових покриттях (ПГ-19М-01 і БрАМц 9-2).

За результатами експериментальних досліджень експлуатаційних властивостей можна зробити висновок, що найбільш перспективними з точки зору зносостійкості, технологічності та собівартості є електродугові покриття нанесені з дроту марки 65Г з наступною ППД та ПТО, які мають достатньо високу міцність зчеплення з основою і не поступаються якістю плазмовим покриттям.

Список використаної літератури:

1. **Дубовий О. М.** Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури та її вплив на фізико-механічні властивості металів, стопів і напорошених покриттів [Текст] / О. М. Дубовий, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров, О. О. Жданов, Т. А. Макруха, Ю. Є. Неделько // Металлофизика и новейшие технологии. – 2017, т. 39, № 2, С. 209–243.

2. **Дубовой А.Н.** Формирование наноразмерной полигонизационной субструктуры в напыленных электродуговых покрытиях [Текст] / А. Н. Дубовой, А.А. Карпеченко, М. Н. Бобров, Ю. Е. Неделько // Автоматическая сварка. – 2017. – № 3 (762) – С. 40 – 43.

3. **Дубовий О.М.** Формування наноструктурних елементів в електродуговому покритті із сталі 65Г [Текст] / О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, Ю.Є. Неделько, Т.О. Макруха // «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2017. – С. 139 – 141.

4. **Карпеченко А.А.** Визначення міцності зчеплення напилених та оброблених покриттів з основою [Текст] / А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, О.В. Лабарткава // «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2017. – С. 135 – 137.

УДК 621.793.7.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ СТАБІЛІЗОВАНОЇ ЗДРІБНЕНОЇ ПОЛІГОНІЗАЦІЙНОЇ СУБСТРУКТУРИ В НАПИЛЕННИХ ПОКРИТТЯХ

Дубовий О.М., Карпеченко А. А., Бобров М. М.
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

У роботах [1, 2, 3] наведено результати попередніх досліджень, в яких показано перспективу подальшого розвитку технології передрекристалізаційної термічної обробки металів і сплавів та напилених покриттів з метою підвищення стійкості здрібненої полігонізаційної субструктури при підвищені температури та часу витримки шляхом блокування росту субзерен за рахунок процесів штучного старіння або формування стійких дислокаційних сплетінь, що уможливить розширити промислове застосування передрекристалізаційної термічної обробки.

Метою роботи є дослідження можливості отримання стабілізованої здрібненої полігонізаційної субструктури за рахунок поверхневої пластичної деформації напилених покриттів.

Пластична деформація пресуванням покриттів на готовому виробі пов'язана з проблемою її технологічної та конструктивної реалізації, тому актуальним є дослідження можливості отримання стабілізованої здрібненої полігонізаційної субструктури за рахунок попередньої поверхневої пластичної деформації (ППД).

У багатьох випадках оптимальні властивості поверхневого шару можна досягти саме шляхом ППД. У результаті зміцнюється поверхневий шар, підвищується зносостійкість, вдається підвищити запас міцності при змінних навантаженнях у 1,5…3 рази [1, 2]. Як метод ППД у роботі використовували дробоструменеву обробку, що пояснюється простотою реалізації, технологічністю та ефективністю даного способу. Для цього використовували установку 026-7 «Ремдеталь». Як робоче тіло використовували литий дріб із чавуну (ДЧЛ) номер 08 ГОСТ 11964-81.Тривалість дробоструменевої обробки зразків з покриттями складала 1 хв.

Обробці піддавали електродугові покриття з дротів 12Х18Н10Т, БрАМц 9-2 та плазмові покриття з порошку ПР-Х18Н9 і ПГ-19М-01. Мікротвердість вимірювали на ПМТ-3 по глибині наклепаного шару від поверхні зразка при навантажені на індентор 50г. Результати визначення мікротвердості наведено на рис. 1, 2.

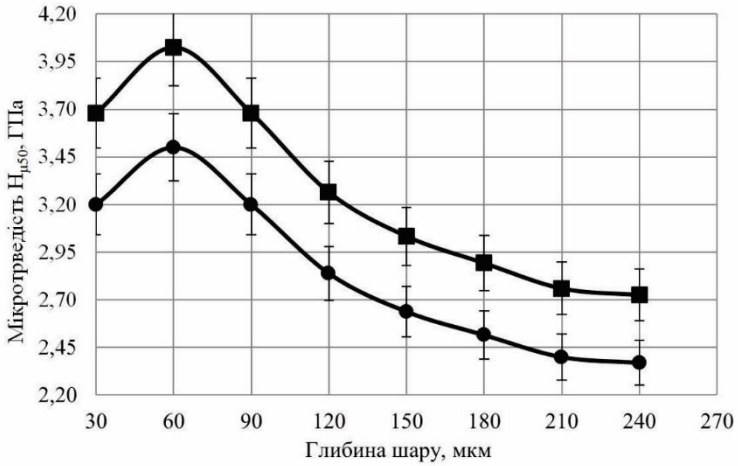


Рис. 1. Залежність мікротвердості від глибини наклепаного шару покриттів:
■- електродугових з 12Х18Н10Т; ●– плазмових з ПР-Х18Н9

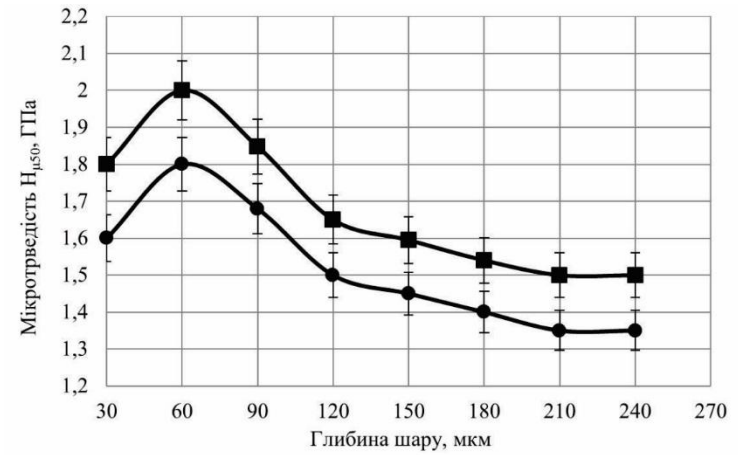


Рис. 2. Залежність мікротвердості від глибини наклепаного шару покриттів:
■- електродугових з БрАМц 9-2; ●– плазмових з ПГ-19М-01

Згідно з наведеними даними, максимальна мікротвердість покриттів спостерігається не на їх поверхні, а на глибині приблизно 60 мкм у всіх випадках. Пояснюється це тим, що у місці удару дробу виникає локальне нагрівання, яке й призводить до зниження наклепу тонких шарів і зміщення зони максимального значення мікротвердості до підповерхневого шару. Так мікротвердість електродугового покриття з дроту 12Х18Н10Т у точці максимального зміцнення підвищується з 2,7 ГПа до 4 ГПа (+48%); БрАМц 9-2 – з 1,5 ГПа до 2,0 ГПа (+30%). Плазмових покриттів зі сталі (ПР-Х18Н9) – з 2,3 ГПа до 3,5 ГПа (+52%); бронзи (ПГ-19М-01) – з 1,35 ГПа до 1,8 ГПа (+33%).

Більший ефект підвищення твердості покриттів з неіржавіючих сталей пояснюється їх здатністю до деформаційного зміцнення за рахунок формування α'-фази мартенситного типу [11]. Глибина наклепаного шару складає 180…200 мкм, після чого мікротвердість набуває значень, що відповідають необробленому

матеріалу покриття. Після дробоструменевої обробки покриттів проводили їх передрекристалізаційну термічну обробку при температурах: електродугові з 12Х18Н10Т та плазмові з ПР-Х18Н9 – 880 °С; електродугові з БрАМц 9-2 та плазмові з ПГ-19М-01 – 350 °С.

Результати визначення мікротвердості на глибині 60 мкм в залежності від тривалості витримки при термічній обробці представлені на рис. 3, 4.

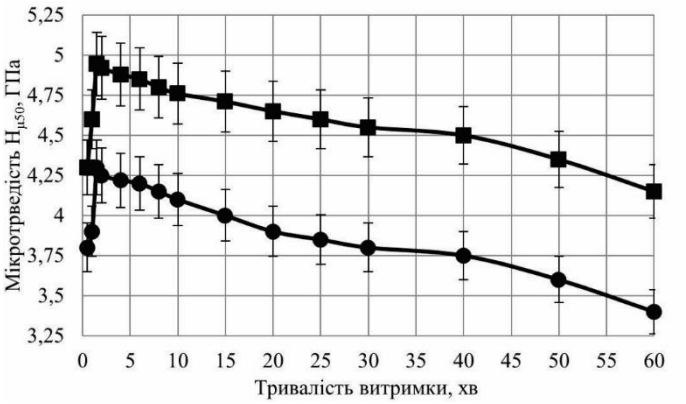


Рис. 3. Залежність мікротвердості на глибині 60 мкм від тривалості витримки при термічній обробці: ■ – електродугових з 12Х18Н10Т; ● – плазмових з ПР-Х18Н9

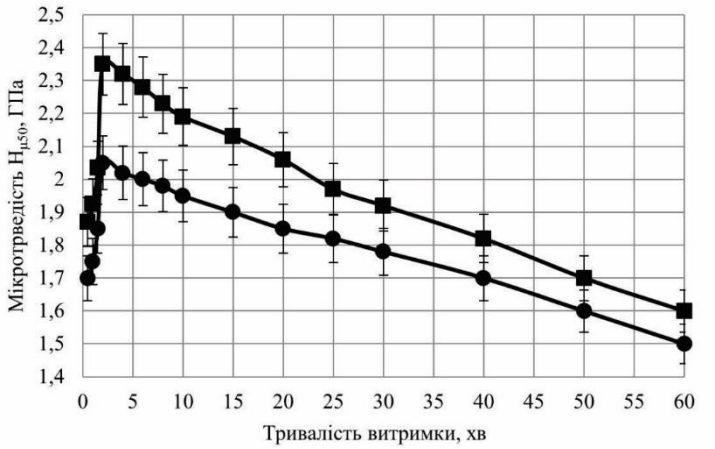


Рис. 4. Залежність мікротвердості на глибині 60 мкм від тривалості витримки при термічній обробці: ■ – електродугових з БрАМц 9-2; ● – плазмових з ПГ-19М-01

Згідно з представленими даними, мікротвердість електродугового покриття з дроту 12Х18Н10Т максимально підвищується при витримці 1,5 хв з 4 ГПа до 5 ГПа (+20%); БрАМц 9-2 – при 2 хв з 2 ГПа до 2,35 ГПа (+17%). Плазмових покриттів з ПР-Х18Н9 при витримці 1,5 хв з 3,5 ГПа до 4,3 ГПа (+23%); ПГ-19М-01 – 2 хв з 1,8 ГПа до 2,05 ГПа (+11%). При підвищенні тривалості витримки покриттів, наприклад, до 30…40 хв спостерігається не значне зниження мікротвердості покриттів у середньому на 5…8% у порівнянні з повним поверненням до вихідної твердості при відсутності додаткової деформації.

Таким чином, дробоструменева обробка забезпечує стабілізацію полігонізаційної субструктури при термічній передрекристалізаційній обробці до тривалості витримки 30…40 хв про що свідчить незначне зниження твердості матеріалу покриттів у цьому діапазоні в порівнянні зі станом після ППД.

Список використаної літератури:

1. **Дубовий О. М.** Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури та її вплив на фізико-механічні властивості металів, стопів і напорошених покриттів [Текст] / О. М. Дубовий, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров, О. О. Жданов, Т. А. Макруха, Ю. Є. Неделько // Металлофизика и новейшие технологии. – 2017, т. 39, № 2, С. 209–243.

2. **Дубовий О.М.** Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури у металах і сплавах та напилених покриттях: стан, перспективи застосування [Текст] / О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, Т.О. Макруха, Ю.Є. Неделько // «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2017. – С. 127 – 130.

3. **Дубовий О.М.** Формування наноструктурних елементів в електродуговому покритті із сталі 65Г [Текст] / О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, Ю.Є. Неделько, Т.О. Макруха // «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2017. – С. 139 – 141.

УДК 621.793.7

ВПЛИВ ДЕФОРМУВАННЯ ПРЕСУВАННЯМ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ ПІСЛЯ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

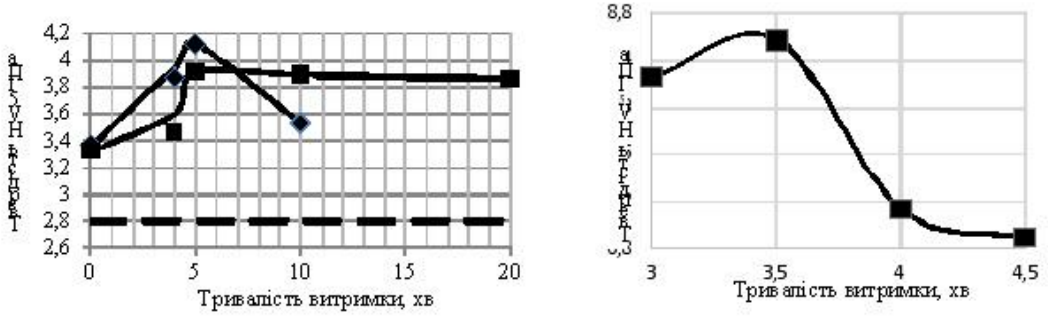
Дубова М.С., Черноусан А.В,
xzibitmd@gmail.com
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Основна вимога до деталей машин полягає у збільшення ресурсу роботи, підвищенні міцності та зносостійкості в агресивних умовах. Один з найбільш пріорітетних і кардинальних шляхів зміцнення та відновлення деталі є несення покриттів на поверхню деталей і конструкцій, яка зношується. Значних успіхів у підвищенні властивостей газотермічних покриттів досягнуто наноструктуруванням зокрема шляхом застосування передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) [1], яка полягає у формуванні полігонізаційної субструктури шляхом нагрівання металів, сплавів та напилених покриттів до температури початку первинної рекристалізації з короткочасною витримкою [2]. Метою роботи є дослідження впливу деформування пресуванням та тривалості витримки при передрекристалізаційній термічній обробці на твердість та теплопровідність газотермічних покриттів.

Для напилення електродугового покриття використовували дріт марки 65Г (ГОСТ 9389-75) діаметром 1,2 мм. Напилення покриття проводили на установці КДМ-2 розпилювачем ЕМ-14М за режимом: напруга – 25 В, сила струму – 110 А, тиск стисненого повітря – 0,5 МПа. Плазмове напилення проводили на установці «Київ-7», плазмотроном ПУН-1. Для напилення використовували порошок ніхрому марки ПР-Х20Н80 (ГОСТ 13084-88). Режим напилення: напруга 220 В, сила струму 130 А, дистанція напилення 200 мм. Термічну обробку зразків проводили в лабораторній електричній печі СНОЛ-1.6.2.0.08/9-М1. Деформація проводилась на гідравлічному пресі Losen Housen WLRK (Dusseldorf, 35 т). Теплопровідність визначали на вимірювачі ИТ-λ-400. Твердість HV_5 визначалась на приладі типу «Віккерс» при навантаженні на індентор 5кг (ДСТУ ISO 6507-4:2008).

Вибір оптимальних температуро-часових параметрів, які забезпечують максимальну твердість проводили при температурі 500 ˚С з витримкою від 3 до 4,5 хвилин та охолодженням на повітрі, результати представлені на рис. 1 (б).

На пластину зі сталі 3 розміром 60×50 мм та товщиною 2,5 мм напилено покриття електродуговим методом. Товщина покриття складала 2,3..2,5 мм. Після розрізання пластини на менші зразки, покриття відколювалось для подальшої деформації на пресі з максимальним навантаженням 33 000 кг. Твердість покриття після напилення – 2,8 ГПа. Деформовані покриття піддавались ПТО за температури 400 ˚С, при різних значеннях тривалості витримки. Результати досліджень наведені на рис.1 (а).



а) б)

Рис.1 Залежність твердості покриттів від тривалості витримки при ПТО:
а – деформовані електродугові покриття напилені дротом 65Г; ♦ - деформація пресуванням 25%;
■ – деформація пресуванням 30%;
- - - твердість покриття після напилення
б – плазмове ніхромове покриття

Як видно з рисунку 1 (а), даний графік залежності носить екстремальний характер. Покриття із величиною деформації 25% досягає максимальної твердості 4,12 ГПа (з приростом на 47%) на 5-й хвилині витримки, проте подальша витримка призводить до різкого зменшення показника твердості.

Покриття із величиною деформації 30% на 5-й хвилині витримки має максимальний приріст твердості 40% - 3,91 ГПа. Подальша витримка (до 20 хвилин), практично не призводить зменшення приросту твердості. Ймовірно через повторну деформацію в місцях найбільшого спотворення кристалічної градки утворюються дислокаційні сплетіння, які зумовлюють сповільнений рух дислокаційних субграниць при підвищеній температурі і цим підвищують термічну стійкість здрібненої субструктури. Це дає змогу подовжити час витримки виробу при проведенні ПТО.

Як видно з рис. 1 (б), максимальна твердість покриття 8,57 ГПа досягається при 3,5 хвилинах витримки, що відповідає приросту твердості на 17 % у порівнянні із твердістю покриття після напилення (7,1 ГПа). Таку витримку можна вважати оптимальною. При подальшій витримці – твердість знижується.

Визначення теплопровідності плазмових покриттів здійснювали на зразках товщиною 2 мм, діаметром 15 мм. Температура випробувань – 25 °С. Результати дослідження наведені на рис. 2.

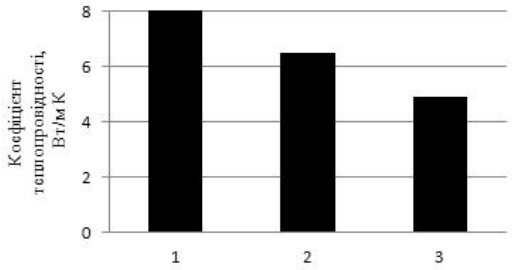


Рис. 2 Результати визначення коефіцієнта теплопровідності плазмового ніхромового покриття:
1 – після напилення, 2 – після напилення і деформації (30 %),
3 – після додаткові деформації (30 %) + оптимальна ПТО

Аналіз приведених результатів показує, що додаткова деформація (30 %) + оптимальна ПТО забезпечує зниження коефіцієнта теплопровідності на 37 %. Оскільки пористість покриття не змінилась при деформації (30 %) + оптимальна ПТО, то дане зниження теплопровідності забезпечується лише за рахунок субструктурних змін.

Таким чином, встановлено режим термічної обробки напиленого ніхромового покриття, деформованого на 30%, який полягає у проведенні ПТО за температури 500 °С із витримкою від 3 до 4,5 хвилин, що забезпечує підвищення твердості на 17 % та зниження теплопровідності на 37 %. Визначено оптимальну величину деформування елекродугового покриття напиленого дротом марки 65Г, що становить 30%. Максимальний приріст твердості покриття після ПТО за температури 400˚С і витримкою 5 хв становить близько 40% - 3,9 ГПа, при подальшій витримці до 20 хвилин твердість практично не змінюється.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Дубовий, О.М.** Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури та її вплив на фізико-механічні властивості металів і сплавів та напилених покриттів [Текст] / О.М. Дубовий, А.А.Карпеченко, М.М.Бобров, О.О.Жданов, Т.О. Макруха, Ю.Є.Недєлько // Металлофизика и новейшие технологии. – 2017, т.39, №2, с. 209-243.

2. **Дубовий, О.М.** Дослідження можливості підвищення фізико-механічних властивостей плазмових порошкових теплозахисних покриттів з ZrO_2 – 7 % Y_2O_3 передрекристалізаційною термічною обробкою [Текст] / О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, С.І. Шкурат, М.М. Бобров, Є.Ю. Неделько // Вісник НТУ «ХІІІ». Серія Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХІІІ». – 2016. – С 49-54.

УДК 665.775

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИГОТОВЛЕННЯ ШЛАМБІТУМНИХ КОМПОЗИЦІЙ У ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

Казимиренко Ю. О., Царан Ф. В.
u.a.kazimirenko@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Застосування виробничих відходів у технологіях створення нових композитів є перспективним напрямком матеріалознавства. В процесі одержання глинозему гідрохімічним способом Байєра утворюється

червоний шлам – дрібнодисперсний пил зі складним хімічним складом [1] (масс.%): Al_2O_3 – 14-18 %; Fe_2O_3 – 40-55 %; Na_2O_3 – 2-4 %; TiO_2 – 4-6%; CaO –5-10%; SiO_2 – 5-10%), який далі зберігається на шламосховищах (шламових полях) поблизу заводів. Така сама ситуація спостерігається й на Миколаївському глиноземному заводі, що погіршує санітарно-гігієнічний стан місцевості. Це, в свою чергу, сприятиме розвитку методів його утилізації, з яких найперспективнішими вважається металургійна переробка, виробництво будівельних матеріалів, будівництво доріг та гідротехнічних споруджень [2]. Сучасний досвід включає в себе застосування червоного шламу як наповнювача у виробництві цегли, цементу, жаростійкого бетону, дорожнього покриття. При розробленні нових рецептур за мету ставиться задача максимального використання червоного шламу, його поєднання з іншими компонентами (гравієм, бітумом тощо) у лабораторних умовах, що вимагає певної методології постановки досліджень з розробкою устаткування.

Мета роботи полягає у дослідженні можливостей одержання в лабораторних умовах нових шламбітумних композицій для дорожнього покриття.

Постановка теоретичних і експериментальних досліджень включала в себе обґрунтований вибір складу, методу та технологічних режимів формування композицій, розробку та виготовлення лабораторного устаткування, одержання партії експериментальних зразків та їх випробування, підґрунтям для чого стало визначення умов експлуатації дорожніх покриттів та вивчення сучасного досвіду формування сумішей.

Головними умовами експлуатації дорожніх покриттів є температурні чинники (від -45 до +70 °С) та високі динамічні навантаження, тому їх функціональні властивості визначаються вибором компонентів. Асфальтобетонна композиція являю собою раціонально підібрану суміш мінеральних матеріалів (щебню, гравію), функціональних додатків з бітумом у наступних пропорціях [3]:

- щебінь або гравій – 20…65 % об’ємн.;
- пісок – 20…66 % об’ємн.;
- мінеральний порошок – 4…14 % об’ємн.;
- інші функціональні додатки – 2…10 об’ємн.%.

Бітум являє собою складну суміш вуглеводів та гетероорганічних з’єднань різної будови [3], має колоїдну структуру та високі реологічні властивості; з урахуванням кліматичних умов рекомендовано марку БНД 90/130. За мінеральну складову обрано цемент марки М500 (ГОСТ 10178-85), який забезпечує низькі усадочні процеси, водо- та морозостійкість композицій; гравій дрібної (5…10 мм) та середньої (10…20 мм) фракції за ГОСТ 8267-93. Замість піску до складу суміші введено червоний шлам з Миколаївського глиноземного заводу, який після розсіювання на фракції (до 1,5 мм та 1,5…3 мм) зазнавав термічної обробки при температурі 100…120 °С у лабораторній печі марки СНОЛ – 1.6·2.0.08/9-М1.

Експериментальні роботи включали в себе дослідження змочуваності шламу розплавленим бітумом, для чого його нагрівали до температури 130…150 °С та заливали суміш, виготовлену зі шламу і щебню (рис. 1) у різних масових співвідношеннях; охолодження здійснювали на повітрі з температурою 20…30 ° протягом 3…5 год.



Рис. 1. Експериментальні дослідження щодо виготовлення шламбітумної композиції

За результатами отримано інформацію щодо пропорційності складу суміші для одержання монолітного матеріалу та температурно-часових факторах технологічного процесу, проте експерименти довели про необхідність гарячого деформування, для чого розроблено конструкцію та виготовлено зразок лабораторного катка (рис. 2), який утворює тиск на шлам бітумну суміш до 8 МПа, виготовлено з нержавіючої сталі марки 12Х18Н9Т (ГОСТ 2879-2006), для збільшення навантаження порожнину труби заповнено гравієм з водою. Під час гарячого деформування шламбітумної композиції утворюється щільний агломерат, де кожен структурний елемент насичено рідкою фазою.

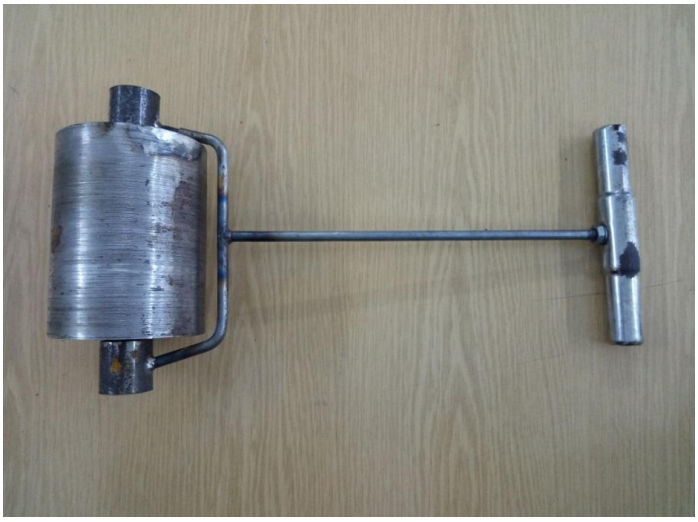


Рис. 2. Каток для гарячого деформування формувальної суміші

Заміна у складі дорожнього покриття піску частково або повністю червоним шламом дасть змогу зменшити витрати на дорожнє покриття приблизно на 6 % з кожного м^2 та сприятиме утилізації відходів виробництва.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з випробуваннями одержаних зразків на термо- і морозостійкість, вигин та твердість, апробацією експериментальних результатів на масштабному факторі, розробкою практичних рекомендацій.

Висновки:

1. Як модифікуючий додаток до складу дорожнього покриття замість піску пропонується ввести червоний шлам. Регулюючи співвідношення бітуму, цементу, шламу, гравію підібрано склад покриття, який на 6 % з кожного м^2 дає змогу знизити вартісні показники у порівнянні з аналогами.
2. Розроблено конструкцію та виготовлено каток для гарячого деформування шламбітумної композиції у лабораторних умовах.
3. За результатами експериментальних досліджень, проведених у лабораторних умовах, визначено вплив температурно-часових чинників на кінетику формування гарячедеформованої шламбітумної композиції.

Список літератури:

1. **Кириченко, А. Г.** Влияние гранулометрического состава красного шлама на кинетику науглераживания [Текст] / А. Г. Кириченко, Ю. П. Насекан, Н. Ф. Колесник // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сб. научных трудов Тематический выпуск «Новые решения в современных технологиях», 2011. − Вып. 33. – С. 7–11.

2. **Огрель, Л. Д.** Алюмосодержащие отходы как потенциальное сырье для производства промышленной продукции [Текст] / Л. Д. Огрель // Экологический вестник России, 2011, № 2. – С. 36–40.

3. **Прокопец, В.С.** Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения: монография [Текст] / В. С. Прокопец, Т. Л. Иванова. – Омск: СибАДИ, 2012. – 116.

УДК 621.793.7

ПЕРСПЕКТИВИ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ КРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЮ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ.

Дубовий О.М., докт. техн.наук, проф., зав. кафедрою М і ТМ,
oleksandr.dubovyj@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування ім. адм.Макарова, м.Миколаїв

Високотехнологічне виробництво, яке є ознакою сучасності, характеризується підвищеною інтенсивністю режимів експлуатації машин і механізмів. Ускладнення умов експлуатації вимагає постійного вдосконалення матеріалів і технології їх виготовлення із забезпеченням достатньої надійності та довговічності. Експлуатаційні характеристики деталей, а також їх ресурс визначаються переважно фізико-

механічними властивостями металів і сплавів, з яких вони виготовлюються. Тому процес підвищення цих властивостей має вагоме практичне значення і може бути забезпеченим не тільки розробкою сучасних конструктивних рішень і застосуванням нових високоміцних матеріалів, але й за рахунок зміни структури шляхом вдосконалення її формування.

Ефективним способом підвищення конструкційної міцності сталей є утворення в їх структурі здрібнених і нанорозмірних зерен (субзерен). Особливо високих показників фізико-механічних властивостей металів і сплавів можна досягти шляхом наноструктурування.

Подрібнення зеренної (субзеренної) структури до нанокристалічного (НК) стану здійснюють переважно найпоширенішими методами інтенсивної пластичної деформації (ІПД). Результати досліджень величин міцності та пластичності металів і стопів після ІПД свідчать про можливості їх збільшення і регулювання при переході в НК. Внаслідок ІПД утворюється високодезорієнтована фраґментована субструктура завдяки великій деформації. Систематичні дослідження показують, що процес здрібнення зерен (фрагментація) при холодній пластичній деформації починається у металах при ступенях дійсної деформації e≥0,2-0,3, а при e = 3-4 вміст таких фрагментів стає більшим, ніж крупних областей.

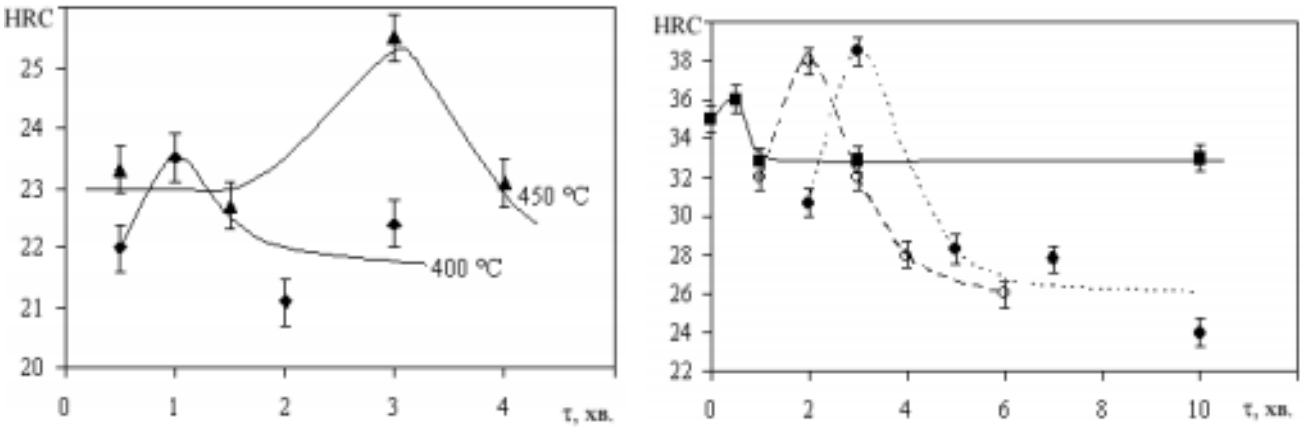
Встановлено, що для отримання НК стану в ℓ - залізі при ІПД тертям необхідно одночасне виконання декількох умов із досягненням високого ступеня дійсної деформації e ≥ 10 включно.

Однак, на сьогодні промислові методи отримання наноструктури по всьому об'єму реального виробу є досить складними і, як наслідок, дорогими з економічної точки зору. У зв'язку з цим розробка нових методів, наноструктурування направлених на поліпшення фізико-механічних властивостей та підвищення показників експлуатаційних характеристик металів і сплавів, є актуальним завданням сучасного матеріалознавства.

Колектив кафедри Матеріалознавства і технології металів НУК у складі: проф.. Дубовий О.М, доц. Карпеченко А.А, к.т.н. н.с. Бобров М.М, асп. Жданов О.О., асп.Макруха Т.О. розробили наукові основи формування наноструктурних елементів у деформованих металах і сплавах та напилених покриттях. Робота захищена 3 патентами України на винахід, 4 деклараційними патентами, опубліковано 25 (2 Sconus) наукових праць, захищено 2 кандидатські дисертації.

Сутність розробленого процесу полягає у фіксуванні при нагріванні деформованого металу (навіть кераміки) здрібненої полігонізаційної субструктури (здебільшого нанорозмірної).

Дослідження залежності твердості деформованих технічно чистого заліза, вуглецевої і низьколегованої сталі, бронзи, яка чутлива до розміру елементів субструктури, від часу витримки при температурах, які відповідають температурному порогу рекристалізації, показали, що вона носить екстремальний характер з чітким максимумом (рис.1).



а *б*

Рис. 1 – Залежність твердості HRC деформованих технічно чистого заліза (72 %) (*а*) евтектоїдної та легованої сталі, бронзи (*б*) від часу витримки при температурі рекристалізації:■ – евтектоїдна сталь (деформація 75%, 500 °С); ○ – низьколегована сталь (деформація 73%, 550 °С); ● – бронза (деформація 80%, 400 °С)

Наведені на рис. 1 дані свідчать про можливість підвищення твердості на 15…30%.

Подальші дослідження щодо впливу вуглецю та хрому на максимальну твердість при короткочасній витримці, при температурі рекристалізації (таку термообробку назвали передрекристалізаційною) показали, що збільшення вмісту вуглецю в сталі призводить до зниження приросту твердості. Така залежність пояснюється тим, що зі збільшенням кількості вуглецю в сталі збільшується кількість цементиту, який, маючи високу твердість, гальмує утворення дислокаційних сплетінь в процесі пластичної деформації.

Подібний ефект зменшення приросту твердості після передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) спостерігається і при легуванні сталі хромом. Збільшення концентрації хрому в сталі сприяє утворенню карбідів, які накопичуючись на границях субзерен, блокують дислокації при пластичній деформації і початковій стадії

полігонізації. Зменшення кількості дислокацій в процесі пластичної деформації призводить до зменшення центрів зародження нових субзерен, що зумовлює зменшення приросту показників твердості після ПТО.

Незважаючи на зменшення ефекту підвищення твердості після ПТО для сталей, порівняно з технічно чистим залізом, передрекристалізаційна термічна обробка викликає підвищення показників фізико-механічних властивостей вуглецевих та легованих сталей відносно деформованого стану (табл. 1). Відповідно до даних, наведених у (табл. 1), у результаті ПТО відбувається поліпшення фізико-механічних властивостей пластично деформованих сталей. Механізм такого поліпшення пов'язаний зі здрібненням субструктури, що підтверджується зменшенням розмирів областей когерентного розсіювання.

Ефект підвищення твердості (HV_5) викликаної здрібненням субструктури після ПТО проявляється і у напилених покриттях (табл.2). Так, як і у сталях (табл. 1), розмір ОКР електродугових покриттів входить до нанорозмірного діапазону.

Табл. 1. Значення фізико-механічних властивостей та розміру областей когерентного розсіювання сталей залежно від виду обробки

Марка сталі	Вид обробки	Межа міцності $\sigma_в$, МПа	Відносне видовження δ, %	Відносне звуження Ψ, %	Логарифмічний декремент затухаючих коливань $\delta_{ср.}$, %	Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м•К)	Питомий електроопір $\rho \times 10^{-7}$, Ом·м	Розмір ОКР D, нм
Сталь 20	Відпал 850°С, 60 хв	360	16	57	2,5	51	1,91	338
	Деформація 60%	624	3	9	4,1	31	2,9	139
	Деформація 60%, передрекристалізаційна термічна обробка 500°С,1,5 хв	784	4	15	5,7	16	3,68	87
Сталь 20Х13	Відпал 720°С, 60 хв	833	6	43	2,2	26	5,14	421
	Деформація 60%	1162	1	18	3,2	23	7,47	123
	Деформація 60% передрекристалізаційна термічна обробка 600°С, 2 хв	1300	2	26	4,9	19	8,14	94

Табл. 2. Твердість (HV_5) і розмір ОКР напилених покриттів після передрекристалізаційної обробки

Метод напилення і матеріал	Режим термічної обробки	HV_5, ГПа	Розмір ОКР D, нм
Плазмове покриття із нікеля (ПНК-2Н10)	Без термічної обробки	2,05	309
	480^0 С, 5 хв.	3,45	206
	480^0 С, 35 хв.	-	617
Плазмове покриття із ПХ18Н9	Без термічної обробки	1,58	421
	880^0 С, 1,5 хв.	2,10	326
	880^0 С, 5 хв.	1,50	603
Електродугове покриття із сталі 12Х18Н9Т	Без термічної обробки	1,53	144
	870^0 С, 1,5 хв.	2,25	76
	880^0 С, 5 хв.	1,47	242
Електродугове покриття із Св-08Г2С	Без термічної обробки	1,64	106
	500^0 С, 1,5 хв.	2,32	62
	500^0 С, 20 хв.	1,62	118

Нами визначено оптимальний режим передрекристалізаційної термічної обробки теплозахисного плазмового покриття з ZrO_2 – 7% Y_2O_3 що забезпечує підвищення твердості на 13% та зниження теплопровідності керамічного шару на 15% (рис. 2) у порівнянні зі станом після напилення за рахунок

субструктурных змін. Режим полягає у нагріванні до температури 1300^0 С, витримці протягом 15хв. та охолодженні на повітрі.

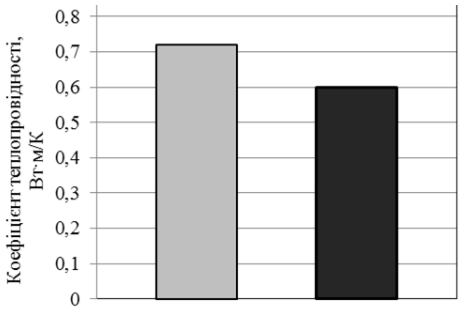


Рис. 2. Результати визначення коефіцієнта теплопровідності плазмових теплозахисних покриттів з ZrO_2 – 7% Y_2O_3: □ – після напилення, ■ – після оптимальної передрекристалізаційної термічної обробки

Результати, викладених вище, досліджень свідчать про можливість наноструктурування сталей і напилених покриттів, це забезпечує суттєве підвищення фізико-механічних властивостей. Але запропонована обробка має недолік – короткочасну витримку при температурі рекристалізації, до 5хв, що обмежує її застосування тільки для деталей малого розміру.

Нами встановлена можливість термічної стабілізації полігонізаційної субструктури в процесі ПТО застосуванням комбінування динамічної й статичної деформації (табл.3). Комбіноване деформування 30+30 % надає можливість збільшити час витримки для технічно чистого заліза, вуглецевих сталей до 60 хв.

Табл. 3 Вплив комбінованого деформування на ОКР після передрекристалізаційної термічної обробки технічно чистого заліза та вуглецевих сталей

Матеріал	Тривалість витримки, хв	Розмір ОКР, нм	Твердість, ГПа
Технічно чисте залізо	-	186 / 148	1,65
	10	125 / 110	2,22
	60	175 / 172	2,11
Сталь 20	-	143	1,96
	5	119	2,32
	60	187	2,29
Сталь 45	-	110	2,23
	2	80	2,55
	60	179	2,44

Примітка: через / вказано середній розмір субзерен, визначений за мікроструктурами.

Таким чином, встановлено, що передрекристалізаційна термічна обробка промислових кристалічних матеріалів надає можливість формувати наноструктурні елементи і цим підвищити фізико-механічні властивості не менше ніж на 15%.

Комбіноване деформування (30% динамічного +30% статичного) вуглецевих сталей підвищує термічну стабільність полігонізаційної субструктури більше ніж на порядок.

УДК 621.793.7

ВПЛИВ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ТВЕРДІСТЬ ТА СТАЛІ У8

Макруха Т. О.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Проблемою сучасного машинобудування, зокрема кораблебудування, є підвищення надійності та ресурсу роботи деталей машин та механізмів. Це вимагає постійного їх вдосконалення, що передбачає у більшості випадків застосування нових або зміцнених матеріалів. Експлуатаційні характеристики деталей машин в цілому, їх ресурс роботи визначаються переважно фізико-механічними властивостями металів і сплавів, з яких вони виготовляються. Для вирішення даної проблеми використовують здебільшого сталі і

сплави з підвищеними показниками міцності, зокрема твердості. Підвищення фізико-механічних показників можливе за рахунок передрекристалізаційної термічної обробки, яка забезпечує формування здрібненої субструктури і наноструктури включно. Розроблено спосіб деформаційної та термічної обробки металів та сплавів, що включає попередню деформацію металу або сплаву з наступною термічною обробкою. Метали або сплави деформують зі ступенем обтискування більше 70 % при температурі навколишнього середовища, нагрівають до температури початку рекристалізації, витримують протягом 0,5…10 хвилин з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища зі швидкістю, яка не викликає росту рекристалізаційних зерен [1, 2]. Однак, у даного способу є недолік, пов'язаний з малим часом витримки (до 10 хвилин), при якому забезпечуються максимальні значення твердості матеріалу, що ускладнює, а в деяких випадках і унеможливлює його застосування, особливо для масивних деталей.

Мета роботи – дослідити вплив комбінованого деформування та передрекристалізаційної термічної обробки на твердість та субструктуру сталі 20; 45 та У8.

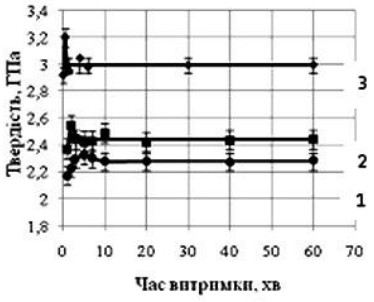
Для дослідження впливу вуглецю на фізико-механічні властивості сталей обрано вуглецеві конструкційні сталі: сталь 20 (ГОСТ 1050-88), сталь 45 (ГОСТ 1050-88) та вуглецеву інструментальну сталь У8 (ГОСТ 1435-99).

Відпалені зразки піддавали холодній динамічній деформації. Після чого проводили статичну деформацію за допомогою гідравлічного пресу. Термічну обробку зразків здійснювали в лабораторній електричній печі СНОЛ-1.6.2.0.08/9-М1. Твердість HV_5 визначали на приладі типу «Віккерс». Твердість зразків після відпалу складала 2,57 ГПа.

Спочатку проводили холодну динамічну деформації на 30 %, потім – статичну деформацію на 30 %. Сумарна величина комбінованої деформації склала 60 %. Отримані зразки нагрівали у печі до температури початку первинної рекристалізації матеріалу (500 °С). Результати дослідження впливу тривалості витримки наведено на рис. 1. Після комбінованого деформування твердість зразків складала: у сталі 20 – 1,97 ГПа, у сталі 45 – 2,24 ГПа, у сталі У8 – 2,57 ГПа.

Після комбінованої деформації проводили передрекристалізаційну термічну обробку при температурі 500 °С з витримкою від 0 до 60 хвилин для перевірки можливості стабілізації полігонізаційної субструктури. Результати впливу тривалості витримки передрекристалізаційної термічної обробки наведено на рисунку 3.15.

З рисунку 1 видно, що збільшення концентрації вуглецю сприяє підвищенню твердості. Чим більше вуглецю, тим більше в сталі твердого цементиту, що і обумовлює ріст твердості. Тривалість витримки для отримання максимальних показників твердості скорочується. Також видно, що підвищення термічної стабільності полігонізаційної субструктури сталі 20; 45 і У8 можливе комбінуванням динамічної і статичної деформації сумарно на 60 % та наступній передрекристалізаційній термічній обробці відповідно до 10…60 хв, 5…60 хв та 0,5…60 хв. Також з рисунку 1 видно, що зі збільшенням кількості вуглецю зменшується тривалість витримки, яка забезпечує максимальне значення твердості.



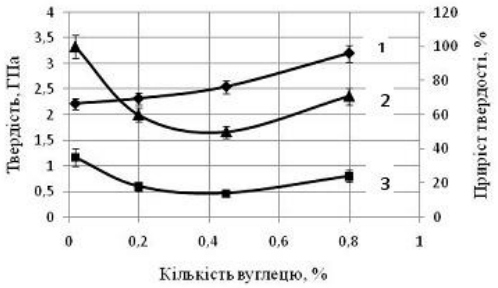
3

2

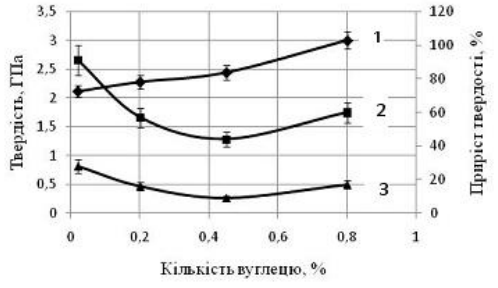
1

Рисунок 1 – Вплив комбінованого деформування (холодна динамічна деформація на 30 % + статична деформація на 30 %) та наступної передрекристалізаційної термічної обробки:
1 – сталь 20; 2 – сталь 45; 3 – сталь У8

Далі досліджено залежність приросту твердості від кількості вуглецю після термообробки, яка забезпечує максимальне значення твердості, та після термообробки протягом 60 хвилин, яка забезпечує стабілізацію субструктури. Результати дослідження наведено на рисунку 2.



а



б

Рисунок 2 – Залежність приросту твердості після передрекристалізаційної термічної обробки, яка забезпечує максимальні значення твердості, від кількості вуглецю:
1 – твердість, ГПа; 2 – приріст твердості відносно відпаленого стану, %; 3 – приріст твердості відносно деформованого стану, %;
а – зразки з максимальною твердістю; б – зразки зі стабілізованою субструктурою

З рисунку 2 видно, що приріст твердості технічно чистого заліза, сталі 20 та 45 зменшується зі збільшенням кількості вуглецю. Таку залежність можна пояснити тим, що зі збільшенням кількості вуглецю в сталі збільшується кількість цементиту, який володіє високою твердістю сповільнює утворення дислокаційних сплетінь в процесі пластичної деформації і як наслідок призводить до зменшення числа зародків субзерен, які формують полігонізаційну субструктуру. Але у сталі У8 приріст твердості значно вищий, аніж у вуглецевих сталей, що, ймовірно, пов'язано зі зміною структури з ферито-перлітної та перлітну.

Таким чином, досліджено можливість стабілізації субструктури сталей 20; 45 та У8. Термічна стабілізація полігонізаційної субструктури до 60 хв дозволяє застосовувати даний метод для габаритних деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Пат. 95378 Україна** МПК (2009) C21D8/00, C22F 1/00. Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів [Текст] / О. М. Дубовий, Т. А. Янковець, Н. Ю. Лебедєва, Ю. О. Казимиренко, О. О. Жданов, М. М. Бобров; заявник и патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № а 201120102248, заявл. 01.03.2010; опубл. 25.07.2011, бюл. № 14. – 6 с.

2. **Дубовий, О. М.** Вплив передрекристалізаційної термічної обробки на фізико-механічні властивості напилених покриттів та деформованих металів та сплавів [Текст] / О. М. Дубовий, Н. Ю. Лебедева, Т. А. Янковець // Металознавство та обробка металів, 2010.- №3. – С. 7-10.

УДК 621.762:621.763

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ МЕТАЛЕВИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ СУДНОВИХ ТЕПЛОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ

Косторнов А.Г., Шаповал А.А., Шаповал І.В., Тітаренко Б.П.
ash48@ukr.net
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

Підвищення показників надійності функціонування теплообмінних апа-ратів, зокрема – судових, є важливими науково-технічними задачами у мор-ському суднобудуванні. Застосування теплообмінників-рекуператорів (ТР), сконструйованих на основі двофазних теплопередавальних пристроїв замк-нутого типу: так званих теплових труб (ТТ) та їх різновидів – термосифонів дозволяє не тільки істотно підвищити надійність

ТР, а й істотно спростити технології їх виготовлення [1,2]. Вихід із ладу (тріщини, дірки) однієї з функціонуючих ТТ не порушує роботи ряду інших труб, не змінюючи істотно при цьому теплові режими ТР. Крім того, виготовлені на спеціалізованих підпри-ємствах (цехах) теплові труби можуть легко замінюватися під час ремонтів обладнання на інші, нові ТТ. Експлуатація теплотрубних теплообмінників, таким чином, покращить ряд техніко-експлуатаційних умов і факторів.

Виробництво теплових труб, які знаходять ефективне застосування у багатьох галузях техніки, інтенсивно розвивається. Порівняно з термосифо-нами теплові труби є дещо складнішими при їх виробництві, проте вони є і більш ефективними за теплофізичними показниками [3,4]. Капілярні струк-тури (КС), які є складовими частинами ТТ, виконують у ТР дві важливі фун-кції: забезпечення руху рідин-теплоносіїв та високу інтенсивність теплооб-міну (коефіцієнти тепловіддачі) в зонах підведення та відведення теплоти. Істотну роль у теплообмінних процесах всередині ТТ відіграє теплопровід-ність капілярних структур. Металеві пористі структури, виготовлені з тонких волокон (технологію розроблено в ІПМ НАН України [5]) є, за рядом фізико-технічних характеристик, одними із кращих, порівняно з іншими типами КС.

На рис. 1 представлено типову залежність коефіцієнтів каркасної теп-лопровідності волокнистих КС від пористості таких структур (остання може змінюватися у діапазоні від 5 % до 95 %).

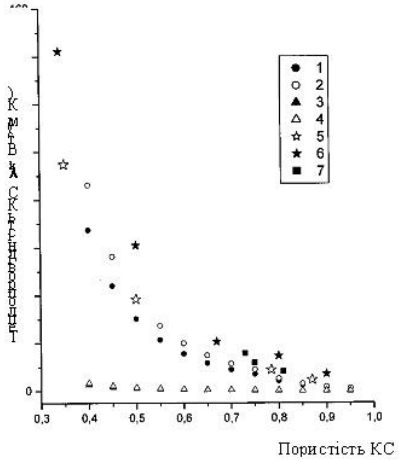


Рис. 1. Порівняння результатів експериментальних досліджень та результа-тів розрахунків впливу характеристик волокнистих капілярних структур на їх каркасну теплопровідність: *розрахунки*: *мідь* (*1 – l/d = 43; 2 – l/d = 200; сталь (3,4); експеримент: мідь (5,6 – відомі дані; 7 – дані авторів); l і d – довжина і діаметр дискретних часток-волокон*

В результаті узагальнення чисельних експериментальних даних отри-мано емпіричну формул, придатну для інженерних розрахунків значень теп-лопровідності металевих волокнистих структур:

Для діапазону пористості КС 35 % ≤ Θ ≤ 75 % формула має вид: $\lambda_{КС} = \lambda_{МЕТ} \cdot \theta^{-2} \left(\frac{l}{d}\right)^{0,1} \cdot c_1$; $c_1 = 0,0045 \cdot \theta^{-1,6}$. У діапазоні пористості КС 75 % < Θ ≤ 95 %: $\lambda_{КС} = c_2 \cdot \lambda_{МЕТ} \cdot \theta^{-2} \left(\frac{l}{d}\right)^{0,1}$; $c_2 = 0,0001 \cdot \theta^{-7}$.

Результати експериментальних досліджень коефіцієнтів каркасної теп-лопровідності $\lambda_к$ металевих волокнистих КС, виконаних для вищезазначених діапазонів пористості КС та у діапазонах зміни симплексу $l_в/d_в$ від 43 до 200, представлено на рис. 1. Вони задовільно кореспондуються з відомими вітчи-зняними та закордонними експериментальними даними.

Список літератури *(посилань)*

1. **Францевич, И.Н. / И.Н. Францевич, Д.М.** Карпинос. Композиционные материалы волокнистого строения. – К.: Наук. думка, 1970. – 404 с.
2. **Soliman, M.M. / M.M. Soliman, D.W. Grauman, P.I. Berenson.** Effective thermal conductivity of dry and liquid-saturated fibre metal wicks. – ASME Paper, 1970. – HT/Sp T-40.– P.9.
3. **Косторнов, А.Г. / А.Г. Косторнов, И.М. Федорченко, М.С. Шевчук и др.** Исследование спекания материалов из металлических волокон – Порошковая металлургия, 1972, № 1. – С. 41-47.
4. **Kostornov, A.G. / A.G. Kostornov, A.A. Shapoval, M.I. Lalor, O. Mgalobli-shvili, J.C. Legros.** A Study of Heat Transfer in Heat Pipe Evaporators with Metal Fiber Capillary Structures. – Journal of Enhanced Heat Transfer. – February, 2, 2012. – V.19 (1). P.P 43-52.
5. **Косторнов, А.Г. / А.Г. Косторнов.** Параметры пористой структуры проницаемых материалов. Материалы из металлических волокон. – Порошковая металлургия, 1978, № 5. – С. 63-68.

УДК 621.891

ПЕРЕСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ ГИДРОМАШИН И ЭКОНОМИЯ ДЕФИЦИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ ПРОИЗВОДСТВЕ

Довбенко Марк Николаевич
dmark@bk.ru
Одесский национальный морской университет

Современные транспортные средства содержат разнообразные механизмы, которые в качестве комплектующих предназначены для обеспечения тех или иных необходимых для их работы функций. Большинство из этих механизмов являются гидравлическими и работают в качестве моторов или насосов. Несмотря на повышенное внимание к их надежности существуют все же проблемы дальнейшего увеличения их долговечности. Проблема повышения ресурса гидравлических насосов и моторов является исключительно актуальной, так как от их качества зависят не только эксплуатационные показатели судовых систем, но и общая экономическая эффективность эксплуатации, в том числе и безопасность.

Наиболее рациональным направлением решения проблемы является применение подвижных твердых смазочных материалов, разработкой и применением которых не уделяется с нашей точки зрения должного внимания. На примере аксиально-поршневых гидромашин, гидравлические блоки которых, как правило, изготавливаются из высокооловянистой бронзы БРО-12, а поршни из азотированной стали 38ХМЮА, показана возможность применения твердых подвижных смазочных материалов. При этом подчеркнем, что незначительные изменения в конструкции пар трения не должно быть серьёзным препятствием для их применения. Ведь фактически речь идет об узкой кольцевой канавке, в которую следует поместить плоскую пружинку в виде полоски и вставку из твердой смазки для соответствующего прижатия к зеркалу цилиндра, представленные на рис. 1.

Таких мест применения в аксиально-поршневых гидромашинах имеется несколько: на поверхности распределителя, на каждом поршне в технологических углублениях образуемых после завальцовывания шатунов. Отметим, что установка и применение твердых подвижных вставок позволяет от двух и более раз не только увеличивать долговечность гидромашин, но и изготавливать блоки цилиндров не из высокооловянистой бронзы БРО-12, а даже из закалённой стали. Это дает возможность экономить дефицитные материалы типа меди, олова. Разработка проверялась на реальных гидромашинах типа 210.25.

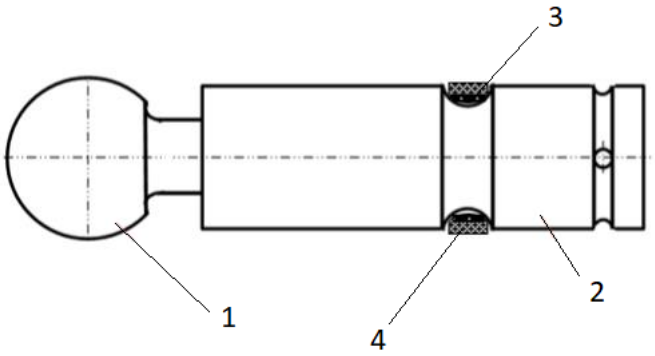


Рис. 1 Поршень гидромашины 210.25 со вставкой: 1- заваьцованый шатун; 2- поршень; 3 – плоская разжимная пружина; 4 – кольцо из твердой смазки.

Желательно показать насколько могут возрасти показатели долговечности или срок службы гидромашин при выполнении указанных выше мероприятий. Иными словами, рационально ли осуществлять дальнейшее усовершенствование в ущерб экономическим показателям.

Литература

1. **Лозовский, В.Н.** Диагностика авиационных топливных и гидравлических агрегатов [Текст] / В.Н. Лозовский. – М.: Транспорт, 1979. – 292 с.

2. **Евдокимов, В.Д.** Трибология знакопеременного трения [Текст] / В.Д. Евдокимов. – О.: Интерпринт, 2011. – 432 с.

3. **Евдокимов, В.Д.** Улучшение рабочих характеристик прецизионной пары поршень-втулка путем использования подвижных вставок [Текст] : зб. наук. праць / Од. Нац. Мор. Университет – Одесса: ОНМУ, 1998. – 83 с.

УДК 621.791.03

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВАРНЫХ И ПАЯНЫХ УЗЛОВ ИЗ ОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЯГКОЙ ПРОСЛОЙКОЙ ПРИ ОСЕВОЙ НАГРУЗКЕ

Квасницкий В.В.[1], Квасницкий В.Ф.[2], Матвиенко М.В.[2], Ермолаев Г.В.[2]
1НТУУ «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского».
[2]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова.

Для повышения качества соединений при диффузионной сварке широко используются мягкие прослойки из пластичных материалов с меньшей, чем у соединяемых материалов, прочностью. В паяных узлах роль такой прослойки играет припой, который, как правило, имеет физико-механические свойства, отличные от основного материала. Напряженно-деформированное состояние (НДС) узла при нагружении осевой нагрузкой представляет интерес как в процессе формирования соединения при диффузионной сварке или пайке под давлением (сжатие), так и с точки зрения несущей способности таких узлов (растяжение). В ранее выполненных исследованиях [1,2,3] установлено, что в узлах с мягкой прослойкой при нагружении осевой нагрузкой НДС в зоне соединения становится объемным, эквивалентные напряжения в материале прослойки уменьшаются, а в более прочном основном материале наоборот – увеличиваются. Это позволило подтвердить ранее известный факт так называемого упрочнения мягкой прослойки [4,5,6].

С целью изучения поведения мягкой прослойки в узлах, полученных диффузионной сваркой и пайкой, под действием осевой нагрузки исследовано их напряженно-деформированное состояние. Методом компьютерного моделирования исследовались цилиндрические узлы из стали с прослойкой меди в широком диапазоне нагрузок, до двух раз превышающих предел текучести меди. Установлено, что при нагружении осевой нагрузкой узлов с мягкой прослойкой характер НДС в соединяемом материале, деформирующемся упруго, при всех уровнях нагружения остается практически неизменным, как в упругой стадии нагружения прослойки, так и в пластической. Постоянный уровень эквивалентных напряжений, практически равный приложенной нагрузке, сохраняется на большей части ширины стыка, повышаясь только у кромки стыка на 10 – 20 %. В упруго-пластической стадии нагружения узла разупрочнение основного металла более выражено, чем в упругой. Коэффициент жесткости напряженного состояния и, соответственно, коэффициент разупрочнения основного металла вблизи кромки стыка с прослойкой, в отличие от упругого нагружения прослойки, зависит от степени перегрузки прослойки. В материале прослойки эквивалентные напряжения при всех нагрузках остаются постоянными по всему стыку на уровне ниже предела текучести (упругая стадия работы прослойки), либо на уровне ее предела текучести (пластическая стадия работы прослойки). Соответственно степень упрочнения прослойки в упругой стадии ее работы не зависит от величины нагрузки и составляет около 1,4, а в упруго-пластической стадии растет пропорционально нагрузке. Полученные закономерности сохраняют свою силу только при условии работы основного металла в упругой стадии. Для этого он должен иметь предел текучести выше максимальной, прикладываемой к узлу осевой нагрузки. Необходимая степень превышения зависит от степени перегрузки мягкой прослойки и соответствующего ей коэффициента разупрочнения основного металла. По данным настоящей работы при степени перегрузки прослойки равной 2 коэффициент разупрочнения основного металла составляет 0,83, то есть предел текучести основного металла для обеспечения его упругой работы должен превышать предел текучести прослойки не менее, чем в 2,4 раза. При большей нагрузке появляются пластические деформации и в основном металле, их влияние на НДС узла требует отдельного изучения.

Выводы: Подтвержден эффект упрочнения прослойки, выражающийся в снижении в ней эквивалентных напряжений по сравнению с приложенной осевой нагрузкой, и разупрочнение основного металла в результате повышения эквивалентных напряжений в небольшой зоне вблизи внешней поверхности у стыка с прослойкой. Получены количественные зависимости степени упрочнения и разупрочнения от степени перегрузки мягкой прослойки (соотношения приложенной нагрузки и ее предела текучести). В упруго-пластической стадии нагружения узла разупрочнение основного металла более выражено, чем в упругой. Степень упрочнения прослойки в упругой стадии ее работы не зависит от величины нагрузки и составляет около 1,4, а в упруго-пластической стадии растет пропорционально нагрузке. В узлах с мягкой прослойкой не смотря на упрочнение последней невозможно обеспечить равнопрочность узла в целом и основного металла из за его разупрочнения. Для достижения равнопрочности необходимо максимальное сближение механических свойств прослойки и соединяемого металла.

Литература

1. **Квасницкий, В.В.** Закономерности формирования напряженно-деформированного состояния при диффузионной сварке разнородных материалов применительно к узлам цилиндр–цилиндр и втулка–втулка [Текст] / В.В. Квасницкий, Г.В. Ермолаев, М.В. Матвиенко // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2007. – № 5 (416). – С. 57–65.

2. **Квасницький, В.В.** Напружено-деформований стан зварних та спаяних з'єднань різнорідних матеріалів однакової жорсткості з проміжними прошарками // В.В. Квасницький, Г.В. Єрмолаєв та І.А. Колесар / Зб. наук праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2011. – №5 (440). С. 36–43.
3. **Колесар, И.А.** Напряженно-деформированное состояние при силовом и температурном нагружении узлов из разнородных сталей с мягкой прослойкой // И.А. Колесар, Г.В. Ермолаев / «Автоматическая сварка», Киев, 2014, №8 (734), - с.23–27
4. **Бакши, О.А.** Прочность при статическом растяжении сварных соединений с мягкой прослойкой / О.А. Бакши, Р.З. Шрон // Сварочное производство. – 1962. –№5. –С. 6–10.
5. **Бакши, О.А.** О напряженном состоянии пластичной прослойки при осимметричной деформации // О.А. Бакши, Jl.M. Качанов / Изв. АН СССР. Механика, 1965, №2, с.134–137.
6. **Бакши, О.А.** О расчетной оценке прочности сварных соединений с мягкой прослойкой / О.А. Бакши, Р.З. Шрон // Сварочное производство.-1971. – №3. – С. 3–5.

УДК 621.791.037

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ СВАРКЕ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ КОРОТКИМИ ЗАМЫКАНИЯМИ ДУГОВОГО ПРОМЕЖУТКА

Лебедев В.А.[1], Драган С.В.[2], Галь А.Ф.[2] Новгородский В. Г.[1],
[1]*Институт электросварки имени Е.О. Патона НАН Украины*
[2]*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,*

Наряду с общеизвестными достоинствами механизированной сварки в углекислом газе, одним из существенных ее недостатков является повышенное разбрызгивание металла вследствие периодических коротких замыканий дугового промежутка, сопровождающих процесс переноса электродного металла. Проблемам управления переносом металла через дугу посвящено достаточно много технической литературы [1,2], однако по-прежнему актуальными остаются задачи, связанные, наряду со снижением потерь электродного металла, с улучшением формирования наплавленного валика, обеспечением качественного формирования сварных соединений в пространственных положениях, отличных от нижнего, снижением затрат на последующую обработку шва, и др.

Традиционно в оборудовании для сварки в среде CO_2 применяются системы подачи электродной проволоки, обеспечивающие движение электрода с постоянной скоростью, а поддержание требуемого тепловложения в свариваемый металл происходит за счет использования явления саморегулирования дуги.

.Из современных и наиболее перспективных способов управления переносом электродного металла при механизированных дуговых процессах – сварке и наплавке можно отметить способы с импульсной подачей электродной проволоки, для которых создана научная база и выполнены соответствующие конструкторские разработки [3,4]. Сущность их, в общем, сводится к использованию информационных обратных связей: по току сварки,
по току сварки с дополнительной низкочастотной модуляцией скорости подачи электродной проволоки или по напряжению сварочной дуги.

Одним из путей решения задачи совершенствования технологии сварки или наплавки в CO_2 за счет экономии электродной проволоки вследствие снижения потерь на угар и разбрызгивание, снижения трудоемкости работ, связанных с зачисткой сварного изделия от брызг, является применение предложенного авторами способа автоматического регулирования скорости подачи электродной проволоки в зависимости от заданной скважности коротких замыканий дугового промежутка и обратной связи по напряжению дуги. Скважность коротких замыканий определяется как

$$Q_{\text{к.з.}} = \frac{t_{\text{св}} + t_{\text{к.з.}}}{t_{\text{к.з.}}} = \frac{t_{\text{ц}}}{t_{\text{к.з.}}},$$

где $t_{\text{св}}$- время горения дуги; $t_{\text{к.з.}}$ – длительность короткого замыкания дугового промежутка;
$t_{\text{ц}}$ – общее время цикла.

В основу указанного способа регулирования положен принцип использования установленной взаимосвязи между параметрами дугового процесса - напряжения на дуге $U_{\text{д}}$ и сварочного тока $I_{\text{св}}$ и скважностью коротких замыканий в условиях импульсной подачи электродной проволоки.

Сущность способа заключается в следующем. Скорость подачи электродной проволоки автоматически изменяется в результате использования соотношения между установленной и фактической

скважностью коротких замыканий дугового промежутка и обратной положительной связи по напряжению сварочной дуги. При фактической скважности меньшей установленной, скорость подачи электродной проволоки увеличивается, вызывая соответствующее сокращение длины дугового промежутка и напряжения сварочной дуги, а при фактической скважности превышающей установленную, скорость подачи электродной проволоки уменьшается, вызывая соответствующее увеличение длины дугового промежутка и напряжения сварочной дуги. Автоматическое регулирование скорости подачи электродной проволоки прекращается при достижении равенства между фактической и установленной скважностью коротких замыканий дугового промежутка, который определяется моментом времени наступления равенства заданного и фактического напряжения на дуге.

Принцип автоматического регулирования скорости подачи электродной проволоки в зависимости от скважности коротких замыканий дугового промежутка иллюстрирует диаграмма на рис. 1.

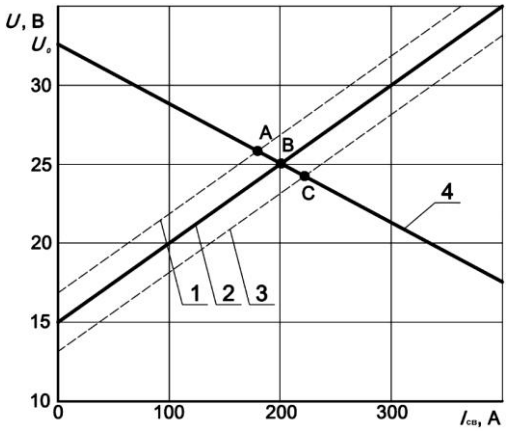


Рис. 1. Взаимосвязь между параметрами режима сварки и скважностью коротких замыканий дугового промежутка при сварке в CO_2 проволокой сплошного сечения: 1 – 3 линеаризованные кривые статической вольт-амперной характеристики дуги (СХД); 4 – статическая вольт-амперная характеристика (ВАХ) источника сварочного тока; А, В, С – точки пересечения СХД и ВАХ источника, соответствующие значениям скважности $Q_{к.з}$ = 5; 10, 15; U_0 – напряжение холостого хода источника питания

Установленные параметры режима сварки определяются положением точки *B* ($I_{св}$ = 200 А, $U_д$ = 25 В) соответствуют некоторой заданной скорости подачи проволоки и значению скважности коротких замыканий $Q_{к.з}$ = 10.

При увеличении скорости подачи электродной проволоки линеаризованная кривая СХД 2 смещается эквидистантно вниз и занимает положение, определяемое линеаризованной кривой СХД 3 (точка С), что соответствует значению скважности $Q_{к.з}$ = 15 и отличается пониженным, по сравнению с установленным, напряжением на дуге $U_д$. При снижении скорости подачи электродной проволоки линеаризованная кривая СХД 2 смещается эквидистантно вверх и занимает положение, которое определяется линеаризованной кривой СХД 1 (точка А), что соответствует значению скважности коротких замыканий $Q_{к.з}$ = 5, и отличается повышенным, по сравнению с установленным, напряжением на дуге $U_д$.

Возникающие отклонения скважности $Q_{к.з}$ от заданного (установленного) значения служат сигналом для автоматического изменения скорости подачи электродной проволоки. Регулирующим параметром, определяющим скорость подачи, является разница между фактическим и установленным напряжением на дуге. Предложенный способ регулирования скорости подачи электродной проволоки может быть реализован с помощью разработанного в ИЭС имени Е. О. Патона устройства, (рис. 2), обеспечивающего требуемый режим работы привода механизма подачи (рис. 3)

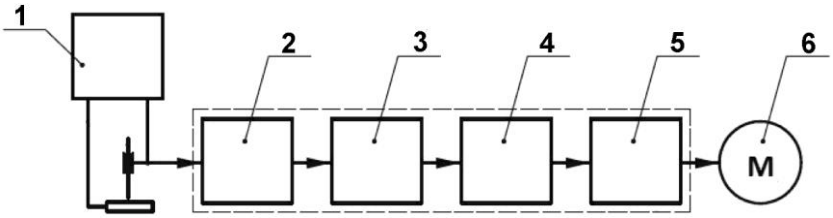


Рис. 2. Структурная блок-схема устройства для регулирования скорости подачи электродной проволоки: *1* – сварочный источник питания; *2* - блок сравнения фактического и заданного значений скважности коротких замыканий; 3 - блок преобразования сигнала о скважности в напряжение; 4 блок сравнения фактического напряжения на дуге с установленным рабочим напряжением; 5 - электропривод; 6 - двигатель механизма подачи

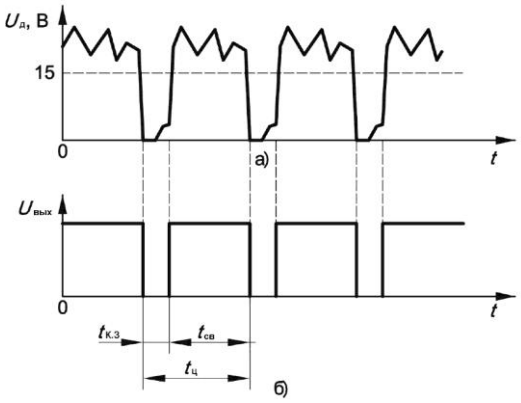


Рис. 3. Схематизированные осциллограммы напряжения $U_д$ на дуге (***а***) и напряжения $U_{вых}$, подаваемого на электродвигатель механизма подачи ***(б)***

Настройка устройства заключается в задании значения скважности $Q_{к.з}$ и напряжения $U_{вых}$,на клеммах двигателя механизма подачи, обеспечивающих качественное выполнение сварки. В процессе сварки, при возникновении разницы между величиной заданного и фактического напряжения на дуге, схема управления соответственно изменяет (увеличивает или уменьшает) напряжение, подаваемое от электропривода на двигатель механизма подачи. При достижении равенства между фактическим и заданным значением скважности коротких замыканий, что определяется моментом наступления полного (с заданной погрешностью) равенства заданного и фактического сварочного напряжения, автоматическое изменение скорости подачи проволоки прекращается (см. рис. 3).

Положительный эффект от использования способа автоматического регулирования скорости подачи электродной проволоки достигается за счет активного контроля скважности коротких замыканий дугового промежутка.

Выводы.

1. Использование обратной информационной связи по скважности коротких замыканий дугового промежутка обеспечивает упорядоченный характер переноса металла при сварке в CO_2 и способствует снижению разбрызгивания.

2. Предложенный способ регулирования скорости подачи электродной проволоки расширяет технологические возможности сварки в защитных газах плавящимся электродом и может быть реализован с помощью стандартного сварочного оборудования.

Список литературы

[1]. **Лебедев В.К.** Тенденции развития источников питания и систем управления (по материалам патентов США) [Текст] / В.К. / Лебедев // Автомат. Сварка. – 2004. - № 1. – С. 40 – 48.

[2]. **Лебедев В.А.** Современное механизированное оборудование для сварки и наплавки и его технико-технологические возможности. [Текст] / В.А. Лебедев**,** С.Ю. Максимов. – К.: Основа. – 2012. – 392 с.

[3]. **Ланкин Ю.Н.** Автоматическое управление процессом сварки плавящимся электродом в CO_2 с периодическими замыканиями дугового промежутка (Обзор) [Текст] / Ю.Н. Ланкин // Автомат. Сварка. – 2007. - № 1. – С. 3 – 10.

[4]. **Лебедев В.А.** Способы управления подачей электродной проволоки при механизированной сварке и наплавке. [Текст] / В.А. Лебедев, Г.В. Жук, С.В. Драган // ЗНП НУК. – 2017. - № 4. – С. 44 – 52.

УДК 621.791

RESEARCH OF KOVAR PRECISE ALLOY CREEP CURVES FOR MODELLING OF STRESS STRAIN STATE PRESSURE SEALS

Labartkava Alexander, Labartkava Andrey, Karpechenko Anton, Bobrov Maksym, Matviienko Maksym
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

In Engineering the metal-ceramic units of different purpose are used widely, including the high-voltage pressure seals of the electron beam guns in the units for welding and spraying. In such units the matched joints are used, such as ceramic and 29NC (Kovar), which have close Coefficients of Linear Thermal Expansion (CLTE). But,

at temperatures above 400…460 °C, CLTE of Kovar increases sharply, and at temperature 900°C it is more than CLTE of ceramic in 1,8 times. That's why the level of the residual stresses can be above the acceptable level at brazing by high-temperature solders or at diffusion welding [4].

The control of the joints stress-strain state (SSS) is possible on the base of its modeling results. SSS taking into account the deformations of the prompt plasticity and creep, has not been studied enough, in spite of the availability of the modern calculating program complexes. But, the real results of modeling can be received, only taking into account these deformations. This was showed in the following works [1-4]. For this aim the physical-mechanical properties of Kovar should be defined. Therefore, their study at the temperatures of the joints preparation is topical.

The aim of the study was to determine the physical and mechanical properties and creep parameters of the 29NK precision alloy (Kovar) with a specified CLTE for modeling the stress-strain state under conditions of brazing and diffusion welding. Investigations of physical and mechanical properties were carried out on the basis of the test complex «Gleeble-3800» of the firm «DSI». Energy activation and creep curves were investigated with the help of the upgraded «IDWV-TP» installation. Initially, the creep activation energy was determined by the method small temperature discontinuity, which for metals and alloys close to the Kovar changes in a certain interval, which makes it possible to determine the accuracy of the experiment. Then were determined other creep parameters from a series of experiments at different temperatures and pressures by the approximation creep equation, with account the creep deformations in the first and second stages. The dependences of the physical-mechanical properties of the Kovar precision alloy on temperature under high- temperature pressure brazing and diffusion welding conditions were obtained.

This makes it possible to solve the problem of computer simulation of the stress-strain state of the pressure seals, taking into account the coefficients of creep during cooling. The results of the studies carried out were used in the development of the manufacture technology of metal-ceramic units, with higher performance properties compared to analogues.

BIBLIOGRAPHY LIST

1. **Makhenko V.I., Saprykina G.Yu.** Role of mathematical modelling in solving problems of welding dissimilar steels (Review). Paton Welding Journal, 2002, № 3: 14-26.
2. **Grigorenko G., Kvasnitckiy V., Grigorenko S.** Actual problems of materials for welded and soldered constructions physical-mechanical properties research. Collection of Scientific Publications NUOS. Nikolaev: Admiral Makarov National University of Shipbuilding, 2009, № 5 (428): 78–85. (in Russia)
3. **Kvasnitckiy V., Matviienko M., Michailov S.,** Problem of DM computer modelling during production of constructions with use of welding and similar technologies. Collection of Scientific Publications NUOS. Nikolaev: Admiral Makarov National University of Shipbuilding, 2011, № 1: 89 – 95. (in Russia)
4. **Labartkava AI.,** Residual stresses at soldering of metal-ceramic hermetic inputs. Collection of Scientific Publications NUOS. Nikolaev: Admiral Makarov National University of Shipbuilding, 2015, № 3: 53 – 58. (in Russia)

УДК 621.78.062; 542.51

СПОСІБ АКТИВАЦІЇ ГАЗОВОГО ПОЛУМ'Я

Костін Олександр Михайлович
Мартиненко Володимир Олександрович
Ященко Цвєтана Романівна
Гладченко Д.С.,

Широко відомо використання активних газових середовищ для активації поверхонь, що з'єднуються, в процесах паяння, зварювання та споріднених технологіях [1]. Для активації газових середовищ використовують флюси, які знаходяться в твердому, рідкому або газоподібному стані.

Газоподібні флюси використовують як самостійні середовища та як активуючі добавки до середовищ, що є нейтральними або відновлюють. Активними газоподібними флюсами є продукти розпаду фторидів та хлоридів металів. Вихідними продуктами для отримання наведених середовищ є фтористий амоній NH_4F, фторборат амонію NH_4BF_4, фторборат калію KBF_4 та ін. Розкладання цих сполук відбувається за високих температур по наступних реакціях:

$$2NH_4F \rightarrow N_2 + 3H_2 + 2HF;$$
$$2NH_4BF_4 \rightarrow 2NH_3 + 2HF + 2BF_3;$$
$$KBF_4 \rightarrow KF + BF_3.$$

Фтористий амоній повністю розкладається при температурі 600-800ºС, фторборат амонію – при температурі 850-950ºС та фторборат калію – при температурі 800-900ºС.

Активація поверхонь відбувається за рахунок їх взаємодії з продуктами розкладання – фтористим воднем та трифтористим бором:

$$\frac{1}{m}Me_nO_m + 2HF = \frac{n}{m}MeF_{\frac{2m}{n}} + H_2O$$

$$\frac{3}{m}Me_nO_m + 2BF_3 = \frac{3n}{m}MeF_{\frac{2m}{n}} + B_2O_3$$

Ефективність наведених реакцій найбільша в температурному інтервалі 1000-1200ºС, що дає можливість виконувати активацію поверхонь нержавіючих сталей та деяких жароміцних сплавів.

Найбільш поширений спосіб активації поверхонь, що з'єднуються, реалізується при пічному (загальному) нагріві деталей в середовищі аргону, яке активується продуктами розкладання наведених речовин. При цьому, використовують як речовини в твердому стані, наприклад. порошку, який при нагріванні утворює активний газовий компонент, так і газоподібному. Відомо додавання в середовище аргону порошку фтористого амонію, фторборату амонію або фторборату калію, які при нагріванні розкладаються та флюсують поверхні нержавіючих або жароміцних сплавів при їх з'єднанні. Ще ліпші результати забезпечує додавання в атмосферу печі активуючих речовин безпосередньо у вигляді газів, наприклад, фтористого водню або трифтористого бору, що стабілізує процес активації [2]. В обох випадках забезпечується потрібна ступінь активації поверхонь, але, використання трифтористого бору має більшу ефективність. Звичайно, спосіб пічного нагріву має низьку продуктивність.

Найбільш близьким аналогом способу активації газового середовища, є спосіб активації, що реалізується в установці для газо-флюсових процесів КГФ-3-71 [3]. Установка складається із зварювального пальника ГС-3, флюсоживильника ФГФ-3-71, що забезпечує насичення горючого газу парами рідкого флюсу БМ та осушувача ОАФ-3-71, в якому відбувається осушення та очищення горючого газу. За допомогою цього обладнання бороментолові флюси БМ-1 та БМ-2 у вигляді пари насичують горючий газ, який згорає в пальнику з утворенням активної речовини B_2O_3, що флюсує. Недоліками цього способу активації газового середовища є складний, ступінчастий процес та досить обмежені робочі температурні режими останнього, що, наприклад, не забезпечують ефективну активацію поверхонь жароміцних сплавів при їх нагріві в температурному інтервалі 1000-1200ºС.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу активації газового полум'я, який має простий робочий цикл, мінімум стандартного обладнання та підготовчих операцій, забезпечує ефективну, стабільну активацію в температурному інтервалі 1000-1200ºС та утворює газоподібні продукти взаємодії, які легко видаляються з поверхні, що активується.

Поставлена задача вирішується тим, що в якості пальника для нагріву поверхні, що активується, використовують, наприклад, універсальний газовий різак типу Р1 (серійний), для таких горючих газів як ацетилен, пропан-бутан, метан та метилацетилен-аленовая фракция і окиснювач – кисень (рис.1.).

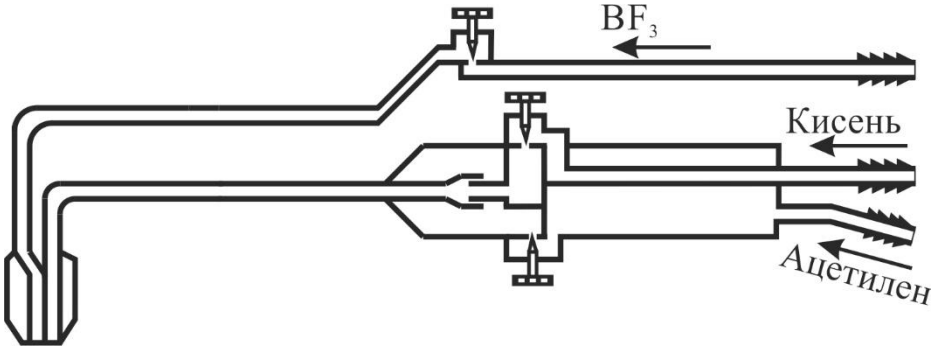


Рис.1. Схема пальника для нагріву поверхні, що активується за допомогою BF_3.

Перевагу, звичайно, треба надавати ацетилену, як найбільш теплотворному газу, який, крім того, може забезпечувати додаткове регулювання ступеня активності газового середовища за рахунок наявності в ньому вільного вуглецю, при визначеному співвідношенні з киснем. Активний газовий компонент, наприклад, трифтористий бор, подається в зону нагріву по окремому каналу безпосередньо з балону, де він зберігається. Кількість об'ємної частки активної газової речовини в зоні нагріву змінюється в широкому інтервалі залежно від природи активатора та металу, що активується і регулюється безпосередньо редуктором. Критерієм, в даному випадку, є стан поверхні, що активується та наявність твердих залишків взаємодії газового середовища з поверхнею. При робочих температурах трифтористий бор вступає в реакцію з оксидами металів, яку можна проілюструвати на прикладі його взаємодії з оксидом хрому:

$$Cr_2O_3 + 3BF_3 = 2CrF_3 + (BOF)_3$$

В цьому випадку, газоподібний фтороксид бора легко видаляється.

При недостатній кількості трифтористого бора в зоні взаємодії протікає реакція:

$$Cr_2O_3 + 2BF_3 = 2CrF_3 + B_2O_3$$

В цьому випадку, значно збільшується кількість твердих залишків B_2O_3 и CrF_3, які утворюють відносно легкоплавкий шлак, кількість якого легко контролюється візуально.

Таким чином, вперше запропоновано спосіб активації ацетилено-кисневого полум'я безпосередньо додаванням в нього трифтористого бору у вигляді газу.

Порівняльні випробування ступеня активності газових середовищ здійснювали при наплавленні жаростійкого композиційного матеріалу КБНХЛ-2, який має температуру плавлення ~1070-1090ºС та містить до 25,5 мас. % хрому, на жароміцний, жаростійкий нікелевий сплав типу ЧС88У-ВИ.

Аналіз результатів випробувань (таблиця 1) показує, що у випадку використання ацетиленового полум'я, що було активоване парами рідкого флюсу БМ-1, отримано негативний результат. Крайові кути змочування композицією КБНХЛ-2 сплаву ЧС88У-ВИ знаходяться в межах 50-70 град., поверхня має сильно окиснений вигляд, що свідчить про незадовільну адгезію та неприйнятний результат. При наплавленні сплаву КБНХЛ-2 на пластинку сплаву ЧС88У-ВИ ацетилено-кисневим полум'ям, що було активовано додаванням газу трифтористого бору за способом, що заявляється, отримано позитивний результат. Поверхня, що піддавалася дії активного газового середовища, має сріблястий вигляд, що свідчить про належне видалення з поверхні оксидів. Крайові кути змочування сплаву ЧС88У-ВИ композицією КБНХЛ-2 знаходяться в допустимих межах 15-30 град. та легко регулюються за рахунок візуального контролю температури, що підтверджує досягнення технічного результату при здійсненні заявленого способу активації газового полум'я.

Сплав КБНХЛ-2 наносять на контактні поверхні бандажних полиць робочих лопаток газотурбінного двигуна із сплаву ЧС88У-ВИ методом ацетилено-кисневого наплавлення з активацією полум'я газом трифтористого бору. Матеріал наносять шаром товщиною ≥ 2,0 мм. Після наплавлення поверхня шліфується до необхідної товщини та шорсткості.

Список літератури

1. Паяння матеріалів: підручник / Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, В.Ф. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов; за загальною редакцією В.Ф. Хорунова і В.Ф. Квасницького. – Миколаїв: НУК, 2015. – 340с.

2. Справочник по пайке: справочник / Под редакцией И.Е. Петрунина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. - 480с.

3. Газовая сварка и резка металлов: учебник / И.И. Соколов – Москва. Высшая школа: 1986. – 304с.

УДК 621.793.72

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ОТРЫВ И ТЕРМОСТОЙКОСТЬ

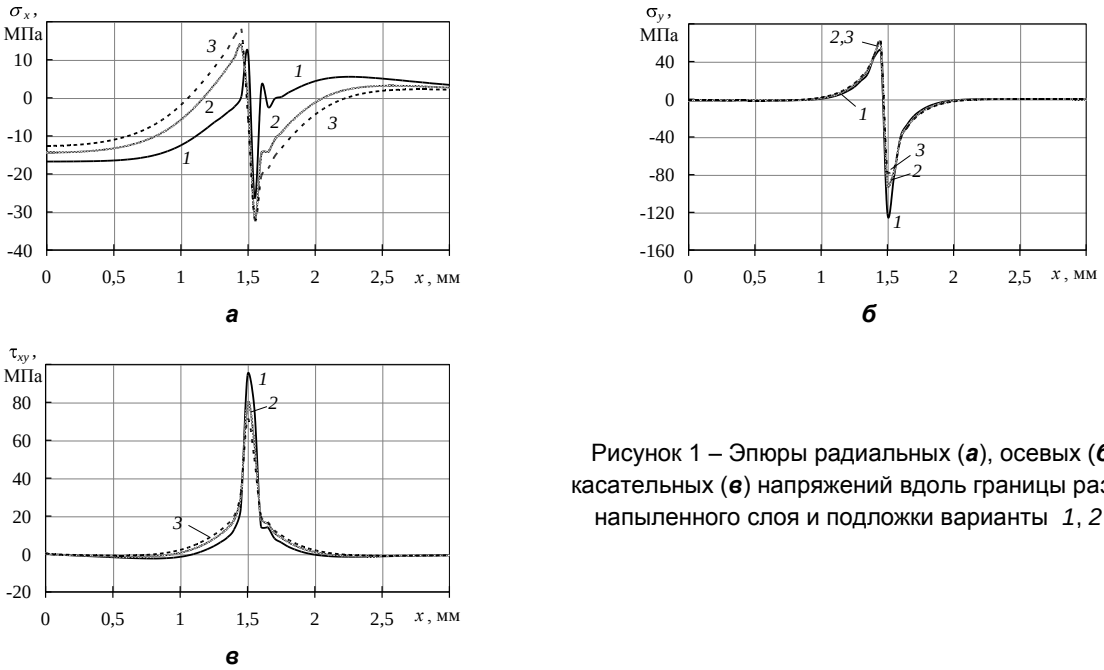
Спихтаренко В.В., Лой С.А., Матвиенко М.В.,
welding.kherson@nuos.edu.ua
Национальный университет кораблестроения, Херсонский филиал, Украина

Использование газотермических покрытий находит все большее распространение для повышения работоспособности и долговечности деталей двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин [1-2]. Покрытия должны обладать достаточной пластичностью и прочностью и не растрескиваться под действием механических и термических нагрузок. На сопротивление разрушению большое влияние оказывают термические напряжения, возникающие в результате разности коэффициентов линейного температурного расширения (КЛТР) подложки и напыленного слоя, а также прочность напыляемого материала и прочность его сцепления с подложкой.

Для оценки прочности сцепления покрытия с подложкой используют специальные образцы с нанесенным покрытием [4]. В частности, одним из наиболее распространенных является метод вытягивания штифта. Решалась осесимметричная упругая задача. Варьировались толщина и модуль упругости материала покрытия. Модуль упругости образца для испытаний (втулки и штифта) принимался при этом постоянным, равным $2 \cdot 10^5$ МПа. Коэффициенты Пуассона для всех материалов подложек и покрытий принимался 0,3.

Узлы нагружались приложением к штоку растягивающей нагрузки P, создающей в нем напряжения 20 МПа.

Анализ эпюр распределения напряжений вдоль границы раздела материалов напыленного слоя и подложки показал, что их характер при изменении жесткости в довольно широких пределах (в 3 раза) меняется мало (рисунок 1).



а *б* *в*

Рисунок 1 – Эпюры радиальных (***а***), осевых (***б***), и касательных (***в***) напряжений вдоль границы раздела напыленного слоя и подложки варианты *1*, *2* и *3*

В наибольшей степени изменение заметно для радиальных напряжений. С увеличением жесткости в 3 раза уровень максимальных радиальных напряжений растяжения на участке штока увеличивается до 1,5 раз (рисунок 1,а), приближаясь к уровню приложенных к штоку в осевом направлении 20 МПа. По мере удаления от точки максимума напряжения уменьшаются до нуля тем быстрее, чем меньше жесткость материала напыленного слоя. При дальнейшем удалении они меняют знак и снова увеличиваются. Аналогично изменяются и окружные напряжения.

В непосредственной близости от точки сопряжения шток-втулка создаются благоприятные условия для образования трещины (разрушения) в напыленном слое. При этом вероятность разрушения увеличивается с увеличением его жесткости.

Эпюры осевых и касательных напряжений (рисунок 1, б и в) при изменении жесткости напыленного слоя практически не меняются. Изменяется только уровень максимума, в наименьшей мере осевых (10…20%), в несколько большей степени касательных (25…35%).

При этом уровень максимальных осевых (50...60 МПа) и касательных (55…90 МПа) напряжений в значительной мере превышает уровень приложенных к штоку (20 МПа). С увеличением жесткости напыленного слоя максимумы этих напряжений уменьшаются.

Для оценки термостойкости покрытия проводят специальные лабораторные испытания [6], в которых образцы с нанесенным покрытием многократно нагревают и охлаждают в диапазоне температур 100…1200°С. Критерием термостойкости при этом является состояние покрытия после испытаний, в частности, отсутствие трещин и отслоений от подложки.

Исследования выполнялись методом компьютерного моделирования на базе метода конечных элементов (КЭ) с использованием программного комплекса ANSYS [5]. Исследовали образцы типа плоской пластины с нанесенным на верхнюю поверхность покрытием, которые обычно используются при испытаниях на термостойкость.. Анализировались поля и эпюры напряжений в упругой стадии работы на образцах с покрытием при повышении температуры на ΔT=100 град.

Изучались два варианта моделей: с покрытием малой (вариант 1) и большой (вариант 2) жесткости. В обоих вариантах КЛТР материала покрытия принимался меньше, чем у материала подложки. Принятые при моделировании размеры и физико-механические свойства приведены в таблице 1. Коэффициенты Пуассона μ=0,3.

Таблица 1. Толщины слоев и свойства материалов

Слой	Толщина, мм a_i	Модуль упругости, МПа E_i		КЛТР, 1/град α_i
		вариант 1	вариант 2	
подложка	1,0 и 2,0мм	$2\cdot10^5$	$2\cdot10^5$	$12\cdot10^{-6}$
покрытие	от 0,1 до 1,0мм	$0{,}5\cdot10^5$	$3\cdot10^5$	$5\cdot10^{-6}$

Для оценки адекватности результаты компьютерного моделирования напряжений в образцах с покрытием сравнивались с аналитическим решением для двухслойной пластины по методике, изложенной в [7]. Методика основывается на гипотезе плоских сечений и позволяет определить только продольные напряжения в средней части образца.

Сравнение результатов аналитических расчетов и компьютерного моделирования показал, что уровень продольных напряжений в любой точке при одних и тех же жесткостях материалов подложки и напыленного слоя зависят только от соотношения толщин слоев, оставаясь неизменными при изменении толщин. Результаты расчетов и моделирования продольных напряжений полностью совпали (рис.2).

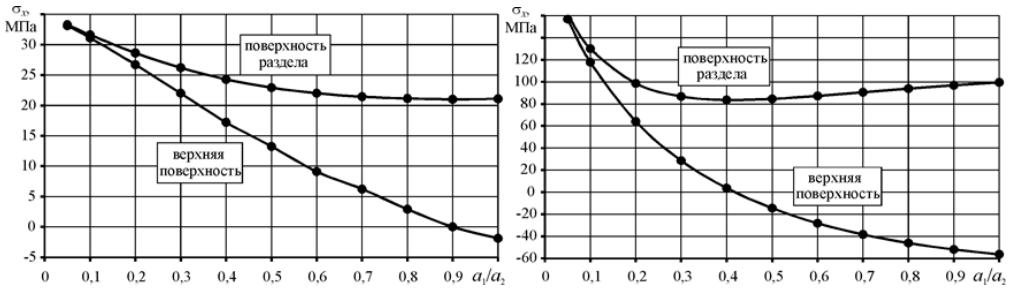


Рис.2. Зависимость продольных напряжений от соотношения толщин слоев a_1/a_2 в покрытии малой (***а***) и большой (***б***) жесткости при нагреве на 100°С

Выводы:

1. При испытании прочности напыленного слоя наиболее загруженная зона, а, следовательно, и зона наиболее вероятного зарождения разрушения, расположена вблизи точки соединения шток-втулка у поверхности раздела напыленного слоя и подложки.

2. Наибольшие напряжения отрыва увеличиваются с увеличением жесткости напыленного слоя от 50 до 60 МПа, то есть в 2,5...3 раза превышают нагрузку на штоке (20 МПа).

3. Максимальные касательные напряжения уменьшаются с увеличением жесткости с 90 до 70 МПа, значительно превышая нагрузку на штоке.

4. При испытании таких образцов с тонким напыленным слоем разрушение отрывом возможно только при очень малой силе сцепления (прочности на отрыв) и большой прочности напыленного слоя на срез .

5. С увеличением жесткости материала напыленного слоя увеличивается вероятность разрушения отрывом штока от напыленного слоя и уменьшается вероятность разрушения вырывом штока вместе с напыленным слоем.

6 Методами аналитического расчета и компьтерного моделирования (ANSYS) установлены количественные зависимости напряжений при нагреве и охлаждении образцов с напыленным покрытием.

7 Уровень и характер распределения продольных напряжений на большей части образца с напыленным покрытием могут быть определены аналитическим расчетом, поперечные и касательные напряжения –только компьютерным моделированием.

8 При термоциклировании образцов с напыленным покрытием в последнем создаются растягивающие напряжения, создающие условия для хрупкого разрушения, как на стадии нагрева (продольные в средней части образца), так и на стадии охлаждения (поперечные на торцевых поверхностях). Вблизи торцов на границе раздела возникают касательные напряжения, создающие условия для отслоения покрытия.

ЛІТЕРАТУРА

1. Повышение надежности турбинных лопаток методом вакуумно- дугового нанесения покрытий./ Н.В. Буров, В.П. Валуев, В.Г. Кузнецов и др.// Сварочное производство.- № 5. - 1995. - С. 13 - 16.
2. **Лой С.А., Дубовой А.Н.** Плазменное напыление защитных покрытий на детали горячего тракта судовых турбин /Збірник наукових праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 1999. - № 6 (366). – С. 105 – 109.
3. **Пугачева Н.Б., Мазаева Е.С.** Защитные свойства высокотемпературных комбинированных покрытий// Физика и химия обработки металлов. 2001, №4. – С. 22-27.
4. **Лунев В.М., Немешкало О.В.** Адгезионные характеристики покрытий и методы их измерения // Физическая инженерия поверхности, 2010, Т 8, № 1, С. 64 – 71.
5. **Лебедев В.А., Лой С.А., Ермолаев Г.В., Матвиенко М.В.,** Напряженное состояние напыленного покрытия при испытаниях на термостойкость // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2014. – 11(119). С. 8 – 12.

6. **Лебедев В.А., Лой С.А., Ермолаев Г.В., Матвиенко М.В.,** Напряженное состояние напыленного покрытия при испытаниях на отрыв // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2014. – 12(120). С. 8 – 12.
7. **Лой С.А., Дубовой А.Н.** Повышение эффективности плазменного напыления защитных покрытий /Збірник наукових праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 1999. - № 2 (362). – С. 68 – 75.
8. **Ермолаев Г.В., Кручинов В.Н.** Напряжения и деформации в паяных соединениях. Технология судостроения и сварочного производства. Сб. научных трудов, Николаев, НКИ, 1983, С. 48-57.

УДК 667.64

ДЕМПФИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЛАЗМЕННЫХ И ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Лебедева Н.Ю., **Казимиренко Ю.А**,
nataliia.lebedeva.@nuos.edu.ua
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Среди механических характеристик конструкционных материалов, определяющих пригодность их для изготовления деталей и элементов конструкций, все большее значение приобретает демпфирующая способность – способность в необратимой форме поглощать энергию механических колебаний. Особое внимание к демпфирующим свойствам материала связано, прежде всего, с ростом основных параметров (скоростей, температур, давлений) в современных машинах и механизмах. Кроме того, с конструкторской точки зрения не всегда возможно использование специальных демпферных устройств. Для многих деталей и элементов конструкций вибрация является почти постоянным сопутствующим фактором нормальной эксплуатации. Однако, зачастую, полная замена материала детали на материал с высокой демпфирующей способностью невозможна. Проблема повышения вибрационной стойкости деталей может быть решена путем нанесения вибропоглощающих покрытий.

Проведены исследования демпфирующей способности электродуговых и плазменных покрытий из разных материалов. Для проведения исследований была использована лабораторная установка с цифровым способом записи виброграмм, принцип работы которой основан на методе затухающих поперечных колебаний консольно закрепленных образцов [1]. Исследования проводились в диапазоне частот 10…40 Гц на образцах размером 140х10х2 мм. В качестве критериев демпфирующей способности выбраны логарифмический декремент δ, % и коэффициент рассеивания энергии Ψ %.

К сплавам высокого демпфирования относятся никель-титановые сплавы. В системе Ni-Ti образуется ряд интерметаллидов, среди которых только мононикелид титана имеет область гомогенности. Высокое демпфирование мононикелида титана обусловлено протеканием термоупругого мартенситного превращения. При образовании мартенсита возможны несколько механизмов рассеяния энергии: смещения межфазных границ между мартенситом и исходной высокотемпературной фазой; между отдельными пластинами мартенсита; смещения двойниковых границ в мартенсите. Относительный вклад каждого из перечисленных механизмов рассеяния энергии для конкретных случаев неодинаков. Он зависит от вида преобладающей мартенситной структуры, химического состава сплава и температуры испытания [2].

Никель –титановое покрытие получали на подложке из сплава ВТ14 путем нанесения порошка ПН55Т45 на установке для плазменного напыления "Киев-7". Исследование фазового состава исходного порошка показало, что содержание мононикелида титана составляет более 90 %. Анализ фазового состава плазменного покрытия выявил незначительное количество новых фаз, пористость покрытия не превышает 5 %; результаты обработки виброграмм представлены в таблице 1. Исследовалась также демпфирующая способность электродуговых покрытий из низкоуглеродистой низколегированной стали и алюминиевого сплава АМг на подложке из Ст3, а также покрытий из этих материалов, наполненных стеклянными микросферами. Для формирования покрытий использовали стальную и алюминиевую цельнотянутые проволоки марок Св08Г2С (ГОСТ 2246-70) и СвАМг5 (ГОСТ 7871-75) диаметром 1,2 мм. В качестве наполнителя в электродуговые покрытия вводили полые стеклянные микросферы натрийсиликатного состава марки МС-А9 (ТУ 6-48-108-94). Напыление производили при помощи установки КДМ-2, в комплект которой входит усовершенствованный электродуговой аппарат ЭМ-14М [3]. Покрытия наносили на стальную подложку марки Ст3, предварительно подвергнутую струйно-абразивной обработке. Нанесение покрытий осуществлялось на следующих режимах: сила тока – 80…140 А; напряжение – 25…28 В; давление сжатого воздуха – 0,4…0,6 МПа; диаметр основного сопла – 6 мм; дополнительного – 8 мм; расстояние от среза дополнительного сопла к подложке – 90…100 мм. Толщина стальной пластины составляла 1,5 мм, а толщина покрытия – 0,5 мм. Таким образом, толщина пластинчатых образцов во всех случаях составляла 2 мм.

Для качественной оценки влияния полых стеклянных микросфер на демпфирующие свойства электродуговых покрытий были проведены испытания образцов с покрытием из Св08Г2С и СвАМг5 без наполнения микросферами. Результаты расчетов логарифмического декремента затухания и коэффициента рассеяния энергии для образцов с покрытиями из Св08Г2С и СвАМг5 без наполнения микросферами представлены в таблице 1.

Таблица 1. Демпфирующие характеристики образцов с плазменными и элекродуговыми покрытиями

Образец	δ, %	Ψ , %
ВТ14	0,91	1,82
Ст3	1,80	3,60
ВТ14 – плазменное покрытие ПН55Т45	2,8	5,6
Ст3 – электродуговое покрытие Св08Г2С	1,40	2,80
Ст3 – электродуговое покрытие СвАМг5	5,42	10,84
Ст3 – электродуговое покрытие Св08Г2С-ПСМ	9,6	19,2
Ст3 – электродуговое покрытие СвАМг5-ПСМ	6,16	12,32

Выводы: Анализ полученных результатов показал, что для всех образцов с покрытием наблюдается существенное увеличение демпфирующей способности по сравнению с материалом подложки. Введение в состав электродуговых покрытий полых стеклянных микросфер способствует повышению коэффициента рассеяния энергии за счет образования дополнительных границ раздела между металлической матрицей и сферической частицей.

Список использованной литературы.

1. Материалловедение высоко демпфирующих сплавов [Текст] ⁄ Ю. К. Фастов, Ю. Н. Шульга, А.Г. Рахштадт – М.: Металлургия, 1980. − 272 с.

2. **Шведов, Л. И. Лебедева Н.Ю.** Исследование демпфирующей способности марганцево-медных сплавов [Текст] / Л. И. Шведов, Н. Ю. Лебедева // Технология судостроения и сварочного производства: Сб.науч.тр. – Николаев : УГМТУ, 1996. − С. 3 − 6.

3. **Казимиренко, Ю. А.** Формирование электродуговых покрытий, наполненных полыми стеклянными микросферами [Текст] / Ю. А. Казимиренко, А. А. Карпеченко // Зб. наук. праць НУК : Миколаїв : НУК, 2009. – Вип. № 1 (424). – С. 81 – 86.

Секція. 4.
ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

УДК 629.12.03

ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОТОКІВ В ГАЗОТУРБІННІЙ КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ З ВПОРСКУВАННЯМ ВОДЯНОЇ ПАРИ

С.І. Сербін, професор, д-р техн. наук,
Гачегов О.В., магістрант
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

Посилення міжнародних норм на рівні емісії оксидів вуглецю та азоту, незгорілих вуглеводнів, канцерогенних компонентів, димності визначають актуальність і викликають необхідність комплексного вирішення питань екологічного вдосконалення суднових і стаціонарних ГТД, що передбачає створення принципово нових високонапружених конструкцій камер згоряння. Розробка їх основних елементів здійснюється на основі знання фізико-хімічних процесів, основними з яких є розпилювання, сумішоутворення і горіння.

Однак до теперішнього часу не існує надійних методів теоретичного моделювання і прогнозування характеристик камер згоряння ГТД, що дозволяють передбачити їх зміни в залежності від режимних і геометричних параметрів (конструктивних особливостей жарової труби, завихрювачів, розподілу повітря, палива і т.д.). Створення та впровадження подібних методів обчислювальної гідродинаміки (CFD) в практику проектування ГТД дозволить різко зменшити вартість дослідно-доводочних робіт і в цілому підвищити ефективність двигунів.

За допомогою методів тривимірного аналізу проведено розрахунки аеродинаміки хімічно реагуючих потоків і розподілу кількості повітря в об'ємі камери згоряння газотурбінного двигуна, що працює за циклом з впорскуванням водяної пари в проточну частину камери згоряння, а також розрахунки утворення оксидів азоту при спалюванні газоподібного палива.

Аналіз аеродинамічної структури потоку в камері згоряння газотурбінної установки типу "Водолій" з впорскуванням водяної пари, проведений за результатами числового моделювання, дозволив виявити певні характерні недоліки в організації робочого процесу в камері:

• висока нерівномірність подачі екологічної пари в первинну зону камери згоряння;

• значна нерівномірність розподілу первинного повітря в отворах і його часткове відхилення в сторону лопаткового завихрювача.

Для усунення цих недоліків запропоновано внести наступні зміни в конструкцію камери згоряння: перед входом в лопатковий завихрювач встановити додаткове кільце-дефлектор, що перешкоджає перетіканню екологічної пари в міжтрубний простір, а також змінити розташування і діаметри отворів подачі первинного і вторинного повітря з метою отримання раціональних характеристик жарової труби.

За допомогою числових методів показано, що запропоновані заходи щодо модернізації камери згоряння приводять до зменшення сумарних розрахункових викидів оксидів вуглецю з 12 до 4 ppm, а оксидів азоту с 33 до 10 ppm на досліджених режимах роботи енергетичної установки.

Висновки. Отримані результати з моделювання фізико-хімічних процесів і вибору раціональних схем низькоемісійних камер згоряння представляють інтерес для проектних, конструкторських і науково-дослідних організацій, які займаються розробкою і створенням газотурбінної техніки суднового і стаціонарного призначення.

УДК 629.5.026

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ НА ТАНКЕРАХ НА ЗРІДЖЕНОМУ ПРИРОДНОМУ ГАЗІ

Горбов В.М., канд. техн. наук, професор,
Мітєнкова В.С., канд. техн. наук, доцент,
Єлеонська О.С., викладач,
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

У 2017 р. кількість суден, де використовується зріджений природний газ (ЗПГ) як паливо, сягла 200, що на 23% більше, ніж у 2016 р. [1]. Серед найбільш перспективних для використання ЗПГ сегментів флоту є танкери. Так, кількість наливних суден, де використовується в якості палива природний газ, складає за різними даними 39 [2].

Основною причиною зростання кількості флоту на ЗПГ є суттєве скорочення викидів у атмосферу порівняно із експлуатацією двигунів на нафтових паливах, що набуває особливої актуальності в світі нових жорстких вимог щодо емісії з суден. Так, з 2016 р. почали діяти обмеження по викидам оксидів азоту Tier III, використання палив з вмістом сірки понад 0,5% буде заборонено з 2020 р. в Європейському Союзі та з 2025 р. в усьому світі, зниження викидів діоксиду азоту за рахунок введення індексу енергетичної ефективності (EEDI) суден стартувало з 2015 р. [3-5].

При переведенні танкерів на зріджений природний газ слід, в першу чергу, враховувати особливості вантажів, які на них перевозяться. Сира нафта, готові нафтопродукти різної густини, рідкі хімічні речовини мають високий рівень пожежної небезпеки, що обумовлює необхідність застосування додаткових заходів безпеки, зокрема під час проведення бункерувальних операцій.

Бункерування судна зрідженим природним газом можна здійснювати наступними способами:

- з берега зі спеціальних вантажних автомобілів, що транспортують кріогенні цистерни;
- зі стаціонарних портових терміналів;
- за допомогою спеціалізованих суден-заправників [6].

Слід відмітити, що останній спосіб активно розповсюджується, чому сприяє зростання кількості подібних суден у складі технічного флоту портів. Середня ємність по газу таких бункерувальників складає 5000-8000 м^3. Основні технічні вимоги до таких суден [6]:

- наявність ефективної системи транспортування кріогенної рідини на судна з різним розташування цистерн зберігання ЗПГ (відкрита палуба, відгороджена бункерувальна станція);
- підвищена маневреність для експлуатації у акваторії порту;
- здатність завантажувати паливо з будь-якого ЗПГ-терміналу;
- ефективна система регазифікація парової фази;
- можливість постачання азоту на судно, для якого здійснюється бункеровка, і відбору парової фази через зворотну лінію.

В залежності від обраного типу постачання газового палива буде різна послідовність дій при здійсненні бункерувальних операцій. Незалежно від варіанту всі операції можна умовно розділити на три етапи [7]: пребункерувальні; бункерування; постбункерувальні.

На схемі на рис. 1 представлено основні операції на кожному етапі при сценарії заправки «судно-судно» [8]. Оскільки танкери зазвичай транспортують займисті вантажі з високим рівнем пожежної і вибухової небезпеки, то бункеровка з іншого судна на відстані від портових територій значно зменшує потенційні негативні наслідки у випадку аварійних ситуації під час цієї операції.

При здійснені бункерування повинні бути забезпечені зони безпеки відповідно до ISO 20519 в доповнення до вже встановлених вибухонебезпечних зон при роботі з потенційно небезпечними речовинами, до яких відноситься зріджений природний газ [6].



Рис. 1. Сценарій бункерування ЗПГ з судна-заправника

Використання ЗПГ в якості палива окрім позитивних факторів у вигляді зниження викидів пов'язано із підвищеною небезпекою, що обумовлено фізичними властивостями цього палива. Це слід враховувати при проектування бункерувальної системи. Основні потенційні небезпеки при заправці судна зрідженим природним газом представлено на рис. 2



Рис. 2. Потенційні небезпеки при заправці судна зрідженим природним газом

Аналіз даних дає змогу зробити наступні **висновки:**

- танкери зазвичай транспортують займисті вантажі з високим рівнем пожежної і вибухової небезпеки, то бункеровка з іншого судна на відстані від портових територій є найбільш прийнятним варіантом, оскільки значно зменшує потенційні негативні наслідки у випадку аварійних ситуації під час цієї операції;
- при здійснені бункерування ЗПГ повинні бути забезпечені зони безпеки відповідно до ISO 20519;
- використання ЗПГ пов'язано із підвищеною небезпекою, обумовленою фізичними властивостями цього палива, це слід враховувати при проектування бункерувальної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. LNG-fuelled fleet hits 200 ship mark. [Electronic resource] – Mode of access: http://www.lngworldshipping.com/news/view,lngfuelled-fleet-hits-200-ship-mark_46977.htm.
2. LNG-Fuelled Fleet Existing & Orderbook update - IBC Asia. [Electronic resource] – Mode of access: http://www.ibc-asia.com/system/files/speaker_presentations/Manon_Poten%20%26%20Partners%2C%20LNG%20fuelled%20fleet%2C%20IBC%20LNG%20Bunkering%20Conference%2C%20Singapore%20July%202017.pdf.
3. Bergen hits target [Text] // Marine Power and Propulsion (a one–year subscription to The Naval Architect). – 2007. – p. 30.
4. Ro-Ro for the future [Текст] // Propulsion. – 2008. – P. 10–12.
5. Implementing Energy Efficiency Design Index [Electronic resource]. – Mumbai: Indian Register of Shipping, 2015. – Mode of access: http://www.irclass.org/files/marine_publications/EEDI_2015.pdf.
6. LNG fuelled bulk carriers and tankers [Electronic resource] – Mode of access: https://www.intertanko.com/upload/110694/LNG%20fuelled%20bulk%20carriers%20and%20tankers.pdf.
7. LNG BUNKERING PROCEDURES IN PORTS AND TERMINALS IN THE SOUTH BALTIC SEA REGION – Mode of access: http://www.kmtp.lt/old//uploads/Tyrimai/LNG%20%20bunkering%20procedures%20in%20ports%20and%20terminals.pdf.
8. LNG Bunkering Guidelines (IACS Rec 142).

УДК 621.438

О ПЕРСПЕКТИВАХ ВИКОРИСТАННЯ ГТУ СКЛАДНИХ ЦИКЛІВ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Горбов Віктор Михайлович, к.т.н., професор,
Соломонюк Денис Миколайович, к.т.н.,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,

Завдяки своїм малим масам і габаритам, високій агрегатній потужності і простоті обслуговування газотурбінні установки (ГТУ) у 60–80-х роках XX сторіччя отримали широке розповсюдження в якості головних двигунів швидкохідних морських контейнеровозів, ролкерів та паромів [1]. З подальшим розвитком суднових дизелів і підвищенням їх паливної економічності використання ГТУ почало різко скорочуватись. Так у середньообертового двигуна MaK 8M43C потужністю 8000 кВт питома витрата палива складає 177 г/(кВт·год) (ККД 46,1 %) [2], а у ГТД UGT6000+ виробництва "Зоря"-"Машпроект" при потужності 8800 кВт – 250 г/(кВт·год) (ККД 33,0 %) [3]. Проте останній має значно кращі масогабаритні показники: питома маса UGT6000+ складає M/N= 0,511 кг/кВт, в той час як питома маса СОД 8M43C – 14,25 кг/кВт [2, 3].

Останнім часом за кордоном були розроблені ГТУ з регенерацією теплоти для транспортних суден і кораблів, ККД яких досягає 40–43 % [4–6], проте пластинчасті регенератори, якими обладнані ці установки, є дуже чутливими до різких змін режимів, великих температурних градієнтів і перепадів тиску. Виходячи з цього ДП НВКГ "Зоря"–"Машпроект", при розробці нової регенеративної ГТУ для приводу нагнітача природного газу зупинилось на конструкції трубчастого регенератора, як більш надійного в експлуатації [7]. При початковій температурі газу у циклі t_3=980°С і ефективності регенератора ε=0,85 було досягнуто ККД ГТД 40,3%, проте при цьому питома маса установки склала 7,1 кг/кВт, проти 3,7 кг/кВт у ГТД ДО42 з пластинчастим регенератором і 0,56 кг/кВт у ГТД простого циклу тієї ж потужності [3, 7]. Для морського варіанту установки ефективність регенератора була зменшена до 0,8, що знизило питому масу ГТУ до 5,3 кг/кВт, проте ККД при цьому впав до 38,3 % [8].

Оскільки вказані значення питомої маси ГТУ з регенерацією теплоти менші ніж у середньообертового пропульсивного ДВЗ, є можливість за рахунок збільшення ефективності регенератора підвищити ККД ГТУ.

У [9] авторами були отримані залежності, що пов'язують параметри регенератора ГТУ з параметрами циклу та геометрією поверхні теплообміну, на основі яких було розроблено алгоритм пошуку раціональних параметрів регенератора, які забезпечують його мінімальну масу при заданій паливній економічності установки.

За результатами цієї роботи отримано параметри трубчастих регенераторів, при яких ККД ГТУ знаходиться на рівні характерном для сучасних середньообертових дизелів (у розрахунку прийнято 46,1 %), і відповідні масові показники регенеративних газотурбінних установок.

Так при початковій температурі газу 1000 °С, при який ще можна обійтись без охолодження турбінних ступенів ГТД, тільки для ГТУ з проміжним перегрівом, охолодженням та регенерацією (ГТУ з Р, ПОП і ПП) досягнуто питому масу меншу ніж у СОД: M/N= 7,1 кг/кВт при ефективності регенератора ε=0,86.

Близькою до показників СОД є питома маса ГТУ з регенерацією та проміжним охолодженням (ГТУ з Р і ПОП): *M*/*N*= 15,8 кг/кВт при ε=0,887. Для циклу з регенерацією та проміжним перегрівом (ГТУ з Р і ПП) отримано *M*/*N*= 18,5 кг/кВт при ε=0,90, а для регенеративної ГТУ – *M*/*N*= 56,1 кг/кВт при ε=0,93.

При початковій температурі газу 1200 °С, характерній для сучасного рівня газотурбобудування, питома маса всіх розглянутих схем регенеративних ГТУ, виявилась меншою ніж у СОД, а саме:

– 2,0 кг/кВт для ГТУ з Р, ПОП і ПП (при ε=0,72);

– 3,3 кг/кВт для ГТУ з Р і ПП (при ε=0,79);

– 3,7 кг/кВт для ГТУ з Р і ПОП (при ε=0,73);

– 6,7 кг/кВт для ГТУ з Р (при ε=0,87).

Таким чином, при використанні у ГТУ регенерації з проміжним охолодженням вже при помірних температурах газу (~1000 °С) можна досягти масових і економічних показників середньообертових дизелів, що використовуються на сучасних швидкохідних суднах (ролкерах, паромах, контейнеровозах), а при додаванні до схеми ГТУ проміжного перегріву, ще й перевищити їх. При підвищені початкової температури газу до сучасного рівня (~1200 °С) всі розглянуті схеми регенеративних ГТУ при однакових ККД мають масові показники кращі ніж у СОД.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Артемов Г.А.** Судовые энергетические установки с газотурбинными двигателями [Текст]/. Г.А. Артемов, В.М. Горбов, Г.Ф.Романовский // Изд. УГМТУ. – Николаев, 1997. – 233 с.

2. Brochure - MaK M 43 C - 1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до документу: http://pdf.nauticexpo.com/pdf/caterpillar-marine-power-systems/brochure-mak-m-43-c/19997-40605.html

3. Газотурбінний двигун UGT6000+ [Електронний ресурс] : Офіційний сайт ДП НВКГ "Зоря"-"Мапроект" – Режим доступу до документу : http://zmturbines.com/ru/serial-production/engines/ugt-6000-2/

4. **Weiler C.L.** WR–21 Design and Maintenance [Text]/ C.L. Weiler // ASME paper. – 1996. – № 96–GT–328. – 25 p.

5. **Stambler I.** Recuperated 5MW ATS gas turbine to be ready for fiel testing in 1998 [Text] / I. Stambler // Gas Turbine Word – 1996 – №1– p. 30 – 33.

6. **Волков А. И.** Модернизация судового газотурбинного двигателя для привода синхронного генератора с целью повышения экономичности / А. И. Волков, С. А. Егоров, М. А. Симкин, М. С. Золотогоров, А. Г. Николаев // Газотурбинные технологии. – 2013. – №1-2. – С.12 – 16.

7. **Спицын В.Е.** Регенеративная газотурбинная установка для ГПА мощностью 16 МВт [Текст] / В.Е Спицын, А.Л. Боцула, С.Н. Мовчан, В.Н. Чобенко, Д.Н. Соломонюк // Турбины и дизели – 2010. – №5. – С.28 – 31.

8. **Мовчан С.Н.** Регенеративная газотурбинная установка для морского применения. [Текст] / С.Н. Мовчан, Ю.В. Бочкарев, Д.Н. Соломонюк // Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2013. – С.70-72.

9. **Gorbov, V.** Decreasing the mass indices of gas turbine engines regenerators by means of choosing rational parameters [Текст] / V. Gorbov, D. Solomonuk // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2016 – №6/8(84) – с. 12 – 23.

УДК 621.431.3

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗІГРІВУ МАТРИЦІ ТЕРМОАКУСТИЧНОГО ДВИГУНА В ПРОЦЕСІ ЗАПУСКУ

Коробко В. В. к.т.н. доцент, Московко О. О. асистент,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Україна

Вступ. На сучасному етапі найбільш пріоритетними напрямами розвитку енергетичного устаткування є підвищення ефективності та надійності, забезпечення екологічних вимог, конкурентоздатність. Тому, дані напрями постійно розглядаються вченими та інженерами усього світу.

Одним, з відносно нових та перспективних напрямів в енергетичному сегменті, можуть стати термоакустичні теплові машини (ТАТМ), зокрема термоакустичні двигуни (ТАД). Переваги та недоліки даного типу обладнання авторами наведено в роботі [1].

Вдосконалення ТАД потребує вирішення певної низки питань. До найбільш пріоритетних можна віднести проблему розширення діапазону робочих температур в сторону їх зниження. Розв'язання цієї проблеми дозволить побудувати більш коректні моделі теплофізичних процесів та явищ, які визначають передумови самочинного виникнення термоакустичних коливань.

Мета роботи. Методами CFD моделювання визначити основні закономірності розігріву матриці термоакустичного двигуна, в залежності від її теплофізичних характеристик, та потужність нагрівача.

Аналіз попередніх досліджень. В роботі [2], в межах лінійної теорії термоакустичних перетворень [3], було аналітично виведено залежність, що встановлює зв'язок основних фізичних параметрів матриці, робочого тіла, місця розташування матриці в ТАД, а також лінійних розмірів апарату з градієнтом температури, який потрібно підтримувати в стеку для роботи двигуна:

$$\left(\frac{dT_m}{dx}\right)_{crit} = 2\pi \frac{\dfrac{\mathrm{Im}\ -f_v}{\left|1-f_v\right|^2} + (\gamma-1)\,\mathrm{Im}\ -f_k\ \tan^2\left(\dfrac{2\pi(x-x_0)}{\lambda}\right)}{\mathrm{Im}\left[-\dfrac{(f_k-f_v)}{(1-f_v)(1-\sigma)}\right]\tan\left(\dfrac{2\pi(x-x_0)}{\lambda}\right)} \cdot \frac{T_m}{\lambda} \qquad 1);$$

де T_m – середня температура робочого середовища;

f_v, f_k – термоакустичні функції Ротта [2] ;

γ – показник адіабати для повітря;

x – розрахункова точка координат;

x_0 – точка початку координат;

λ – довжина хвилі, що виникає в резонаторі;

σ – число Прандтля для робочого середовища.

В роботі [1] наведені результати експериментальних досліджень процесу запуску термоакустичного двигуна, де встановлено, що існують режими з температурним градієнтом матриці ТАД більшим, ніж $dT_m/dx\ _{crit}$, але при цьому апарат не запускається.

Викладення основного матеріалу. Експериментальні дослідження [1] показали, що повздовжній температурний градієнт в матриці ТАД не є достатньою умовою для запуска ТАД. В зв'язку з цим, можна стверджувати, що існують чинники, які не враховує існуюча математична модель термоакустики Ротта-Свифта [3]. І саме ці фактори, в значній мірі, пов'язані з самочинним виникненням акустичних пульсацій в об'ємі матриці та резонаторі термоакустичного апарата.

Ці обставини потребують детального вивчення процесів енергообміну в системі «резонатор – теплообмінники –матриця».

Аналізуючи результати дослідів [1], можна зробити припущення, що саме динаміка розігріву матриці ТАД є важливим фактором, що безпосередньо впливає на процеси запуску ТАД. Для отримання більш детальної інформації що до особливості теплофізичних процесів в матриці ТАД в момент його запуску, авторами був застосований метод CFD моделювання.

З допомогою пакету Flow Vision вирішувалась нестаціонарна задача в 2D постановці. Матриця розглядалась, як пористий об'єкт, теплофізичні характеристики матриці визначались, як функція від параметрів газового середовища та матеріалу матриці.

Розрахункова ділянка, яка представлена на рис. 1, має розміри 25х50мм. Для розрахунку було встановлено наступні граничні умови: ліва стінка – залежність температури від часу (апроксимовані експериментальні дані опубліковані в роботі [1], див. табл.1), права стінка – температура навколишнього середовища, верхня та нижня стінки – симетрія.

Час розрахунку визначено, як час запуску ТАД, окрім 4-го досліду – де апарат впродовж 1200 с не запустився і фізичний експеримент було припинено.

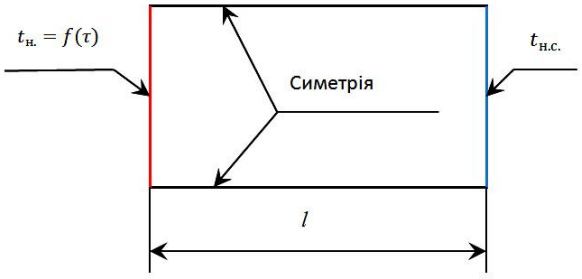


Рис. 1. Загальний вигляд розрахункової ділянки з заданими граничними умовами.

Таблиця 1. Розрахункові параметри для різних

№	Теплофізичні параметри матеріалу матриці	Залежність $t_{н.} = f(\tau)$	$t_{н./с.}$, °С
1	$\lambda_{экв.} = 0{,}146\ \frac{Вт}{м \cdot °С}$; $C_{p_{экв.}} = 1010 \frac{Дж}{кг \cdot К}$; $\rho_{экв.} = 375 \frac{кг}{м^3}$.	$t_{н.}(\tau) = -9{,}5919452 \cdot 10^{-7} \cdot \tau - 1{,}038056 \cdot 10^{-5} \cdot \tau^3 + +0{,}0284229 \cdot \tau^2 - 0{,}2202395 \cdot \tau + 30$	30
2		$t_{н.}(\tau) = 3{,}477042 \cdot 10^{-7} \cdot \tau^4 - 1{,}7002575 \cdot 10^{-4} \cdot \tau^3 + +0{,}0266408 \cdot \tau^2 + 0{,}34053 \cdot \tau + 30$	
3		$t_{н.}(\tau) = 6{,}1369308 \cdot 10^{-8} \cdot \tau^4 - 4{,}4520313 \cdot 10^{-5} \cdot \tau^3 + +0{,}0094148 \cdot \tau^2 + 0{,}0733782 \cdot \tau + 30$	
4		$t_{н.}(\tau) = -4{,}0140935 \cdot 10^{-9} \cdot \tau^4 + 1{,}3136625 \cdot 10^{-5} \cdot \tau^3 - -0{,}0015777 \cdot \tau^2 + 0{,}8439574 \cdot \tau + 30$	

Результати CFD моделювання показані на рис. 2. Аналізуючи результати розрахунків, можна бачити, що матриця ТАД на режимах 1-3 не прогрівається повністю по довжині, але термоакустичні коливання виникають. І навпаки, на режимі 4, коли маємо повністю прогріту матрицю, коливання не виникають.

З отриманих даних, стає зрозуміло, що на запуск ТАД, окрім критичного градієнту температури в матриці $\left(dT_m/dx\right)_{crit}$, в значній мірі впливає темп набирання тепла $dQ_m/d\tau$ та локальний градієнт температури, який визначає динаміка розігріву матриці.

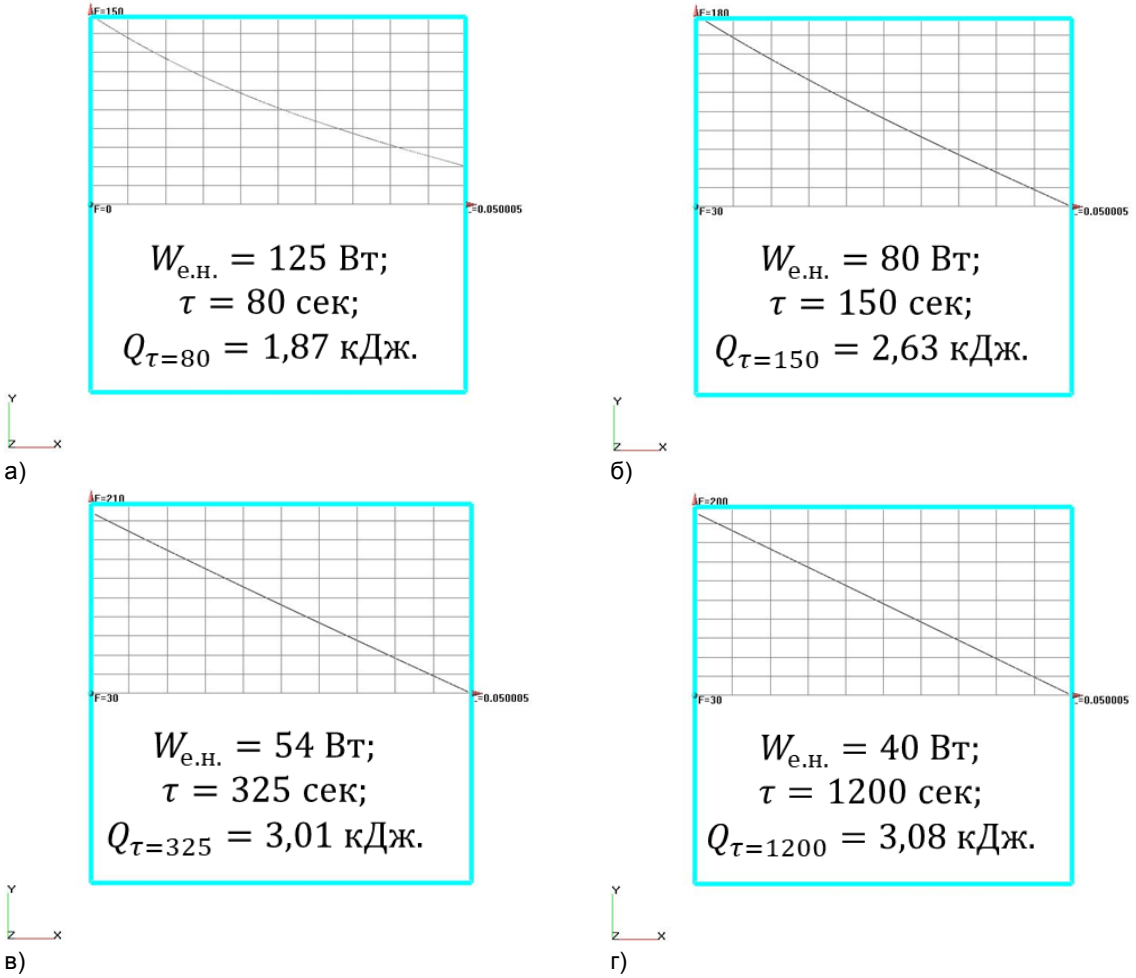


Рис. 2 Повздовжній градієнт температури матриці термоакустичного двигуна на момент його запуску та кількість тепла, що запаслась у матриці на момент запуску

Висновки:

- Існуюча лінійна математична модель термоакустичних перетворень не відображає повноти теплофізичних процесів, що проходять у ТАТМ в момент їх запуску, та потребує доопрацювання.

- Процеси самочинного виникнення термоакустичних коливань в ТАД залежать від динаміки розігріву матриці.
- Подальшого дослідження процесів запуску ТАД методами CFD моделювання потребує урахування гідродинамічних процесів в резонаторі ТАД та в каналах матриці.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Коробко В.В.** Особливості процесу запуску термоакустичних двигунів за умов використання низькотемпературних джерел теплової енергії [Текст] / В. В.Коробко, О.О. Московко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – №8 (115). – С. 50-54.

2. **Yu Z.** Impact of Viscous and Heat Relaxation Loss on the Critical Temperature Gradients of Thermoacoustic Stacks [Електронний ресурс] / Z. Yu, A. J. Jaworski, A. S. Abduljalil. // World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering. – 2009. – Vol:3, No:1. – С. 88–94. – Режим доступу: http://www.waset.org/publications/11881

3. **Swift G.W.** Thermoacoustic: A unifying perspective for some engines and refrigerators / G.W. Swift // American Institute of Physics. – 2002. – 300 p.

4. **Chen B. et al.** Development and assessment of thermoacoustic generators operating by waste heat from cooking stove [Електронний ресурс]//Engineering. – 2012. – Т. 4. – №. 12. – С. 894-902

УДК 629.12.03

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМОХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

О.К. Чередніченко, доц., канд. техн. наук
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

Судноплавство є невід'ємною частиною світової транспортної системи. Згідно з даними UNCTAD, понад 90% обсягу перевезеного в світі вантажу припадає на морські перевезення. Незважаючи на активне застосування альтернативної енергетики, заснованої на використанні відновлюваних джерел енергії, в найближчі десятиліття не менше ¾ світового енергоспоживання буде компенсуватися за рахунок викопного вуглеводневого палива. До кінця XX століття найбільш доступні родовища нафти і газу на суші практично виробили свій ресурс. Акценти нафтогазовидобутку неухильно зміщуються в бік запасів, прихованих товщею Світового океану. Великі потреби технологічного процесу видобутку нафти і газу в електричній і тепловій енергії обумовлюють застосування високоефективних і надійних джерел енергії.

При дослідженні ефективності СЕУ різноманітність вимог, частина з яких може суперечити один одному, приводить до необхідності визначити значимість критеріїв і виділити групи «визначальних» критеріїв залежно від цільової функції судна. Аналіз тенденцій розвитку суднової енергетики XXI століття дозволяє виявити два основні тренди - жорстка регламентація викидів, в першу чергу CO_2, і подальше підвищення ефективності використання енергії палива. Згідно з резолюціями IMO для кожного нового судна валовою місткістю 400 тон і більше необхідно визначати необхідний (Required) і досяжний (Attained) конструктивний індекс енергетичної ефективності судна *EEDI* (Energy Efficiency Design Index), а також операційний індекс *EEOI* при проектуванні, будівництві та експлуатації судна.

$$EEDI = \frac{CO_2\ emission}{Transport\ work} = \frac{Engine\ power \times SFC \times C_F}{DWT \times speed}, \qquad (\text{г}CO_2/\text{тон} - \text{миль})$$

Для більшості транспортних суден основна складова викидів CO_2 створюється головним двигуном. Скорочення викидів CO_2 може бути досягнуто як зменшенням витрат палива (*Engine power x SFC*), так і застосуванням палива з низьким вмістом вуглецю (враховується індексом C_F). В умовах допущення, що потужність двигуна, дедвейт і швидкість судна можуть бути прийняті постійними, вплив на конструктивний індекс енергетичної ефективності судна EEDI здійснюють тільки питома витрата палива *SFC* і коефіцієнт вмісту вуглецю в паливі C_F

$$EEDI = K \times SFC \times C_F,$$

де

$$K = \frac{Engine\ power}{DWT \times speed}, \qquad (\text{кВт}/\text{тон} - \text{миль})$$

Питома витрата палива обернено пропорційно залежить від нижчої теплотворної здатності палива *LCV* (*Lower calorific value*). Таким чином, при прийнятих припущеннях, індекс *EEDI* є функцією від характеристик палива

$$EEDI = f(C_F, 1/LCV)$$

Найбільшого поширення в якості палива для суднових двигунів отримало важке паливо *HFO*. В даний час провідні виробники суднових дизельних двигунів адаптували свою продукцію для роботи на метані та інших альтернативних видах палива.

На рис. показані результати зіставлення *LCV* та C_F для важкого палива *HFO* (характеристики прийняті за 1,00) з традиційними та альтернативними судновими паливами.

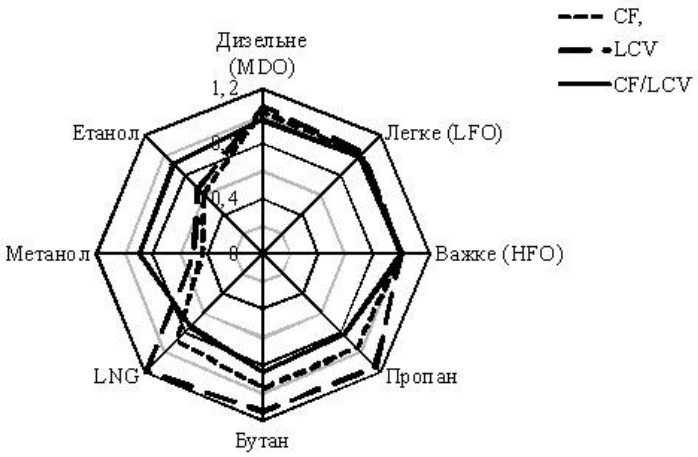


Рис. Зіставлення характеристик палива HFO з традиційними та альтернативними судновими паливами

Діаграма ілюструє, що застосування газоподібних палив *LPG* (пропан, бутан) та *LNG* дозволяє при інших рівних умовах знизити індекс *EEDI* на 15...17% та на 26% відповідно, в порівнянні з використанням *HFO*. Незважаючи на те, що метанол і етанол є паливами з низьким вмістом вуглецю, мала нижча теплотворна здатність таких палив стримує ефективність їх застосування.

Аналіз перспективних тенденцій підвищення енергоефективності виявив термохімічні технології, що передбачають конверсію вуглеводневих та альтернативних палив, перетворення енергії в металогідридних утилізаційних установках, використання плазмохімічних систем горіння. До цієї групи належать енергетичні установки з термохімічною конверсією вуглеводневих палив за рахунок вторинних енергоресурсів теплових двигунів. Фізичну основу такої установки формує сукупність процесів, в результаті яких під впливом тепла вторинних енергоресурсів, яке відбирається від них в утилізаційному пристрої, відбувається реакція хімічного перетворення палива з утворенням синтез-газу. При цьому зменшуються витрата палива та викиди парникових газів.

Дослідження проводилось методами математичного моделювання. Розрахункові схеми установок були створені за допомогою системи моделювання хімічно-фізичних процесів Aspen Plus. Моделі враховували основні фізичні співвідношення: матеріальний і тепловий баланси; фазову рівновагу; процеси тепло- і масопередачі.

Математичне моделювання процесів в суднової комбінованої дизель-газотурбінної установки (ДГТУ) с термохімічною регенерацією тепла відхідних газів ГТД дозволяє зробити висновок, що термохімічні технології надають можливість додатково знизити індекс *EEDI* на 20 та 22 % відповідно при використанні в такої установки в якості палива етанолу та метанолу. При використанні пропану та бутану додаткове зниження *EEDI* складає 16 та 18% відповідно.

Висновки. Застосування в енергетичних установках суден та об'єктів океанотехніки термохімічних технологій утилізації вторинних енергоресурсів теплових двигунів дозволяє забезпечити перспективні вимоги ІМО з енергоефективності.

УДК 621.438

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУКСИРІВ ДЛЯ РІЧКОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СУДНОВІЙ ЕНЕРГОУСТАНОВЦІ

Тимошевський Борис Георгійович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ДВЗУТЕ
Ткач Михайло Романович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ІМ та ТМ
Галинкін Юрій Миколайович, к-т техн. наук, викладач каф. ІМ та ТМ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Інтенсивний розвиток високоефективних паливних елементів (Fuel Cell), які споживають водень для генерації електричної енергії, призвів до розробки мобільних бортових енергоустановок для різного виду транспорту. Видатним представниками автомобільного транспорту є Toyota Mirai [1], успішне застосування водневих технологій на автомобілях такого типу отримало подальший розвиток в автобусах типу Toyota Sora [2]. У залізничному транспорті на сьогоднішній день успішні випробування пройшли пасажирські поїзди Coradia iLint, розпочато серійне виробництво і постачання таких поїздів для Нижньої Саксонії (Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen, LNVG) [3]. Перспективним є застосування паливних елементів в суднобудуванні, так в Україні протягом останніх років відбувається інтенсивний розвиток річкового флоту, який застосовується для транспортування товарів сільськогосподарського призначення, перевезень вугілля і металу. Використання паливних елементів для створення суднових енергетичних установок перспективних буксирів дозволить зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу і домогтися енергетичної незалежності річкового флоту.

Вартість річкових перевезень в значній мірі визначається паливною складовою. Так при ціні палива $Ц_{диз}$=30,45 грн/літр [4], що відповідає $Ц_{диз}$ = 24,36 грн/кг, вартість 1 кВт/год виробленої енергії $Ц^{уд}_{диз}$ визначається як

$$Ц^{уд}_{диз} = Ц_{диз} \times g_e$$

де g_e - середня ефективна витрата палива, кг/(кВт×год).

Для буксира компанії «Нібулон» проекту 121м («Anatolii Hankevych»), на яких використовується двигун MTU BF-C880 (Ne = 880 кВт, g_e = 0,2 кг / (кВт × год)) вартість одного кіловата виробленої на борту енергії становить 4,82 грн /(кВт × год) [5, 6].



Рисунок 1 – Буксир «Anatolii Hankevych»

При застосуванні водневого палива, важливим аспектом є розглядання водню, перш за все, як акумулятора енергії, оскільки у свободному вигляді в умовах земної атмосфери водень зустрічається вкрай рідко. При використанні електроенергії для виробництва водню в Миколаївській області, вартість однієї кіловат-години для промислових споживачів складає $Ц_{ЕЛ}$=1,77 грн /(кВт × год) (тарифи «Миколаївобленерго» на вересень 2018 роки) [7]. Коефіцієнт перетворення електроенергії в водень за допомогою електролізера і знов, в електроенергію, за допомогою паливних елементів K_{tr} залежить від ККД електролізера $\eta_{ел}$ = (0,78 ... 0,94) [8] і ККД паливних елементів η_{FC}=(0,48...0,6) [9]:

$$K_{tr} = \eta_{ел} \times \eta_{FC}$$

Тоді коефіцієнт перетворення електроенергії в водень і знов в електроенергію становить K_{tr}=0,37...0,54 і залежить від ефективності застосовуваного для такого перетворення обладнання. Тоді вартість однієї кіловат-години визначається як

$$Ц^{уд}_{вод} = Ц_{ел} / K_{tr},$$

і становить 3,30...4,73 грн/(кВт×год), що зіставно з вартістю експлуатації дизельної енергетичної установки або на 33,1% вигідніше, в залежності від досконалості застосовуваного обладнання.

При виробництві водню в нічний час вартість кіловат-години електроенергії знизиться до 0,82...1,18 грн/(кВт×год) внаслідок зменшення вартості однієї кіловат години електроенергії до 0,44 грн/(кВт×год) (76,1...83,4% в порівнянні з дизельним двигуном) [7].

Паливні елементи, встановлені на залізничних потягах Coradia iLint, будуть обслуговуватися протягом п'ятнадцяти років сервісною службою, що дозволяє зробити висновок про високу надійність та високий ресурсі силових установок такого типу.

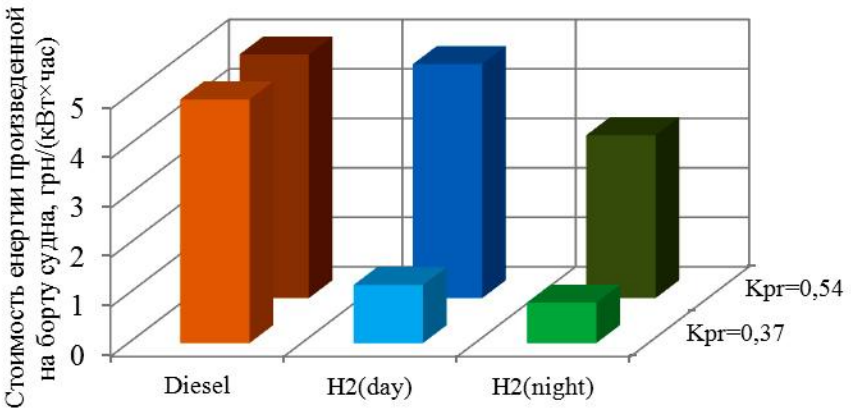


Рисунок 2 – Вартість одного кіловата енергії, виробленої на борту судна з дизельного та водневого палива

Також необхідне створення супроводжуючої інфраструктури (заводу з виробництва водню і заправних станцій). Для полегшення цього завдання, в сучасних умовах розвитку річкових перевезень в Україні, суднові силові установки на базі паливних елементів можуть бути встановлені на буксири, які працюють на відносно коротких річкових маршрутах Миколаївської області, таких як Вознесенськ-Нова Одеса-Миколаїв.

Висновки. Інтенсивний розвиток водневої енергетики та паливних елементів зокрема створюють передумови для використання водню у якості альтернативного палива в перспективних буксирах, які планується використовувати для річкових перевезень в Україні, особливо у Миколаївській області. Основною перевагою використання водню є низька вартість електроенергії у нічний час та надійність сучасних технологій водневої енергетики, які апробовані на залізничному транспорті.

Література

1. Toyota Mirai [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.nytimes.com/2013/11/21/business/international/toyota-unveils-fuel-cell-concept-automobile.html?_r=0

2. Toyota Sora [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.toyota.ca/toyota/en/connect/2852/the-electric-bus-that-produces-zero-co2-emissions

3. Alstom [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.alstom.com/press-releases-news/2017/11/alstom-builds-14-coradia-ilint-trains-salzgitter-lnvg

4. WOG [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://wog.ua/ru/

5. Буксир-штовхач проекту 121 [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%80-%D1%88%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%85%D0%B0%D1%87_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83_121

6. MTU diesel [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://bimasaktiutama.com/wp-content/uploads/product/C880-50-E.pdf

7. Николаевобленерго [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.energy.mk.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=149

8. **Якименко, Л.М.** Электролиз воды [Текст] / Л.М. Якименко Л.М. – М.: Химия, 1970.

9. **Suib, S. L.** New and future developments in catalysis: batteries, hydrogen storage and fuel cells [Text] / Edited by Steven L. Suib. – Waltham: Elsevier B.V., 2013. – 535 p.

УДК 621.438

ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ МАЛИХ ДОМІШОК ВОДНЮ

Тимошевський Борис Георгійович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ДВЗУТЕ[1],
e-mail: borys.tymoshevskyi@nuos.edu.ua
Ткач Михайло Романович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ІМТМ[1]
e-mail: mykhaylo.tkach@nuos.edu.ua
Шалапко Денис Олегович, викладач кафедри СМЕ[2]
e-mail: denys.shalapko@nuos.edu.ua
Проскурін Аркадій Юрійович, к-т техн. наук, доц. каф. ДВЗУТЕ[1]
e-mail: arkadii.proskurin@nuos.edu.ua
Митрофанов Олександр Сергійович, к-т техн. наук, доц., доц. каф. ДВЗУТЕ[1]
e-mail: mitrofanov.al.ser@gmail.com
[1]*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*
[2]*Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон*

Незважаючи на прогрес у створенні високоефективних турбопоршневих двигунів внутрішнього згоряння для транспортних та стаціонарних енергетичних установок, зменшення витрат пального та зниження викидів шкідливих речових з випускними газами цих двигунів, на теперішній час, залишається актуальною проблемою. Одним із рішень даної проблеми є подача водню до робочого циліндра двигуна та спалювання його на робочому ході. При цьому основні вітчизняні та закордонні розробки базуються на подачі газоподібного водню до камери згоряння при наповненні циліндра. Водень подається в повітряний ресивер дизеля і далі разом з повітрям надходить у циліндри [1]. Основним недоліком даного процесу є зменшення коефіцієнта надлишку повітря, що призводить до втрати потужності двигуна, значного збільшення максимальної температури згоряння палива та збільшення концентрації NOx у відпрацьованих газах.

Використання водню як основного палива ДВС в даний час не є доцільним через високу вартість водню і труднощів щодо його зберігання в великій кількості. Очевидно, прийнятним для ДВС є часткова заміна воднем вуглеводневого палива, тобто подача в циліндри двигуна поряд з основним паливом невеликих добавок водню, що дозволяє підвищити експлуатаційну ефективність ДВС та їх екологічну безпеку. Одним з шляхів щодо вирішення цієї проблеми є використання малих (0,2…1,0% по масі) домішок водню до основного рідкого палива ДВЗ. При цьому слід зауважити, що водень в даному випадку використовується не як енергоносій, що заміщує вуглеводневе паливо, а як каталізатор процесу вигоряння зазначеного палива у циліндрах ДВЗ. Одним з важливих факторів, який суттєво впливає на ефективність застосування домішок водню є спосіб подачі у ДВЗ. Додавання водню на всмоктування двигуна, як найпростіший засіб, знайшов використання на ранніх стадіях впровадження. Але цей засіб ускладнює якісне регулювання ДВЗ, а також не є повністю безпечним завдяки можливості утворення вибухонебезпечної суміші у впускному тракті ДВЗ та її запаленню з наступним вибухом. Такі явища спостерігалися, як у ДВЗ, що працюють за циклом Отто, так і у дизельних двигунах.

Одним з ефективних засобів є подача малих домішок водню із застосуванням рішення, запропонованого науковим колективом під керівництвом проф. Н.Н. Патрахальцева [2]. Головна ідея полягає в тому, щоб додавати водень у дизельне паливо в магістраль високого тиску на хвилі низького тиску за допомогою спеціального пристрою. При цьому на хвилі тиску дизельне паливо насичується воднем та поступає у форсунку і далі впорскується у циліндр двигуна. Після впорскування та зниження тиску в циліндрі водень звільнюється з дизельного палива, сприяє подальшому подрібненню крапель та швидко дифундує у об’єм надпоршневого простору. Кількість водню, який додається до циклової подачі дизельного палива, регулюється тиском водню на вході у пристрій.

Проте, у науковій літературі не знайдено достатньо інформації щодо результатів експериментального дослідження додавання водню до основного рідкого палива ДВЗ. Тому задачею дослідження було саме експериментальне підтвердження даної теорії та отримання якісних результатів.

Принципова схема пристрою представлена на рис. 1. При застосуванні є можливість не вносити суттєвих змін в конструкцію двигуна або паливної апаратури, забезпечити достатньо високий рівень якості регулювання та безпеку при використання водню.

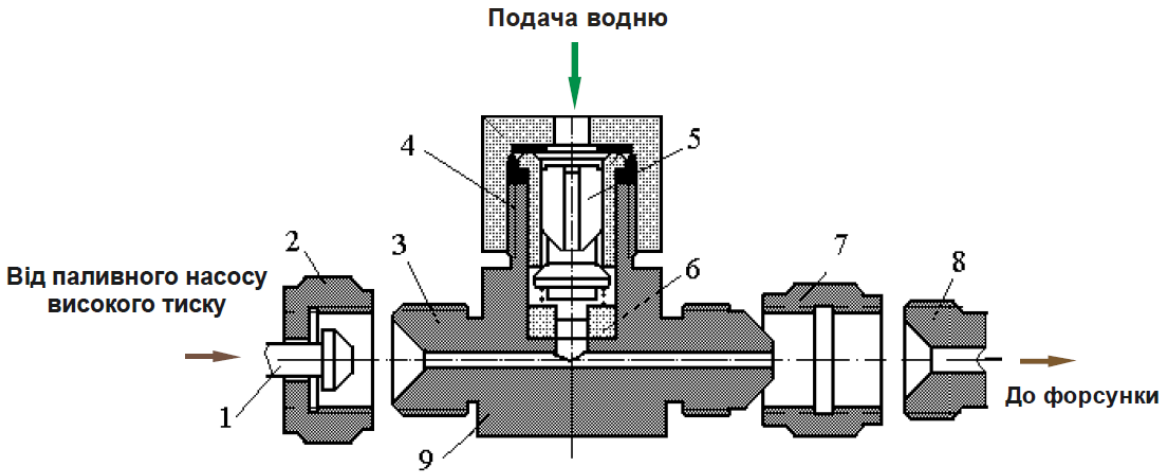


Рис. 1. Принципова схема та пристрій подачі малих домішок водню до дизельного ДВЗ [3]: 1 – паливопровід високого тиску від ПНВТ; 2 – накідна гайки; 3 – штуцер вузла з клапаном РПТ; 4 – корпус розміщення клапана РПТ; 5 – клапан регулювання початкового тиску (РПТ); 5,7 – стяжна гайка; 6 – обмежувач ходу клапана РПТ; 8 – штуцер форсунки; 9 - корпус

Попередні дослідження, які були проведені у лабораторії перспективних енергетичних технологій НУК з використання вдосконаленого пристрою такого типу, показали, що використання зазначеного пристрою є досить ефективним з точки зору раціонального додавання водню до дизельного палива та дозволяє підвищити ККД двигуна та відповідно зменшення витрату нафтового палива шляхом покращення характеристики підводу тепла у ДВЗ, а також сприяє перерозподілу складових теплового балансу в бік зменшення втрат тепла у систему охолодження та с випускними газами.

На шляху впровадження зазначених заходів треба вирішити комплекс завдань, які, насамперед, пов'язані з експериментальним дослідженням робочого процесу дизельного ДВС при використанні малих домішок водню, визначенням раціональних параметрів цього процесу та доцільного обсягу водню, який додається до дизельного палива з метою досягнення максимального ефекту.

Висновки

1. Використання малих домішок водню як каталізатора згоряння дизельного палива, у тому числі й важких сортів, дозволяє знизити витрати палива та знизити навантаження на довколишнє середовище за рахунок зменшення викидів шкідливих речовин.

2. Необхідним є створення адекватних математичних моделей щодо робочого процесу в ДВЗ при використанні малих домішок, що здійснюються зазначеним способом та математичних моделей процесів, які мають місце у пристрої для подачі водню у паливну магістраль високого тиску.

Список літератури

1. Gomes Antunes J.M, Mikalsen R., Roskilly A.P. An experimental study of a direct injection compression ignition hydrogen engine // International Journal of Hydrogen Energy, Volume 34, Issue 15, August 2009, Pages 6516-6522.

2. **Патрахальцев Н.Н.** Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 248 с.

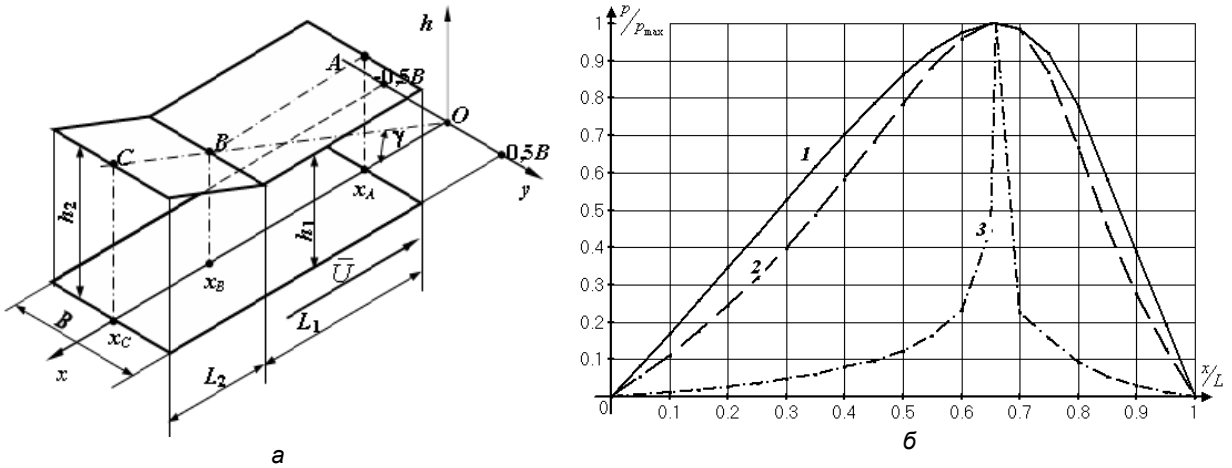
3. **Шкаликова В.П., Патрахальцев Н.Н.** Применение нетрадиционных топлив в дизелях: Монография. Изд. 2-е, доп. – М.: Изд-во РУДН, 1993. – 64 с.

УДК 629.12(06):627.12(06)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ СМАЗКИ В КОНТАКТАХ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Ю.Н. Кипреев
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Вопросы определения характеристик смазочного слоя между плоскими поверхностями рассматривались в работах [1-7].



а *б*

Рис.1. Форма смазочного слоя (*а*) между плоскими поверхностями и эпюры гидродинамического давления (*б*) в разных условиях нагружения

В этих работах представлены результаты исследований смазочного канала постоянной ширины B (рис.1,*а*), состоящего из входного участка с наклонной поверхностью и выходного – с параллельными поверхностями. Несущая способность смазочного слоя может быть рассчитана по формуле $W = k_y BL\chi$, где: k_y – коэффициент, учитывающий торцевые утечки смазки, определяется с помощью табл. 15.3 ([1], с.427); L – длина поверхности контакта в направлении движения смазки.

Функция χ рассчитывается при интегрировании эпюры относительного давления (рис.1,*б*): $\chi = \int_0^1 \bar{p} d\bar{x}$,

где: $\bar{p} = p/p_{\max}$ – относительное давление; $p_{\max}$ – максимальное значение гидродинамического давления, $\bar{x} = x/L$ – относительная координата.

Функция гидродинамического давления найдена при решении уравнения Рейнольдса для одномерного истечения смазки переменной вязкости [2] $p = -\alpha^{-1} \ln\ 1 - \alpha p_0$, где: α – пьезокоэффициент вязкости, Па$^{-1}$; p_0 – функция давления при постоянной вязкости ($\mu = \text{const}$, $\alpha = 0$) смазки.

Целью исследования является определение условий, которые могут обеспечить гидродинамический режим смазки в контактах плоских поверхностей.

В тяжело нагруженных контактах давление смазочного слоя существенным образом влияет на вязкость. Эту зависимость обычно определяют по формуле Баруса [1]

$$\mu = \mu_0 \exp\ \alpha p\ , \tag{1}$$

где μ_0 – кинематическая вязкость смазки при атмосферном давлении; α – пьезокоэффициент вязкости, Па$^{-1}$.

Решением уравнения Рейнольдса при переменной вязкости является [2,4] логарифмическая зависимость $\alpha p = -\ln\ 1 - \alpha p_0$, в которой функция $p_0 = p_0\ x$ определяет эпюру гидродинамического давления в смазочном слое при постоянной вязкости смазывания $\mu = \mu_0 = \text{const}$.

При оптимальных параметрах $k = 0{,}25$; $y_1 = 0{,}65$ ($\overline{W}_{0\max} \approx 0{,}03205$) определена зависимость для расчета толщины слоя

$$h_1 = 0{,}4385 L \sqrt{\frac{\mu UB}{W_0}} \tag{2}$$

и угла наклона плоскости на входном участке

$$\gamma = \frac{h_1}{y_1 L} = 0{,}674 \sqrt{\frac{\mu UB}{W_0}}\ . \tag{3}$$

По величине вспомогательного параметра a можно определить функцию для расчета коэффициента трения с использованием соответствующих зависимостей статьи [5] и доклада [7] $f = k_f \frac{h_1}{L}$.

Как следует из приведенных расчетов, минимальные потери на трение будут при соотношениях $L_1/L = 0{,}145$ и $y_1 = h_1/\gamma L = 0{,}65$.

Несущая способность смазочного слоя переменной вязкости определяется зависимостью

$$W = \frac{BL}{\alpha}\overline{W}_\alpha, \tag{4}$$

в которой относительная функция несущей способности смазочного слоя переменной вязкости определяется интегральной зависимостью

$$\overline{W}_\alpha = -\int_0^{1,0} \ln\ 1 - k_\alpha \overline{p}_0\ \ d\overline{x}. \tag{5}$$

Численный расчет интегральной зависимости (5) выполняется с учетом функции относительного давления $\overline{p}_0(\overline{x})$. Результаты расчета представлены на рис 1.

Анализ результатов расчетов показал, что для тяжело нагруженных контактов эффективность конструкции с эквидистантным участком возрастает. Несущая способность такого канала смазки (рис.1,*б*) выше несущей способности традиционного канала (рис.1,*а*) на 30%.

Выводы

1. Применение на выходе из смазочного канала участка с параллельными сторонами повышает несущую способность смазочного слоя на 20…30% в диапазоне отношения длины эквидистантного участка к общей длине слоя $0{,}145\ldots0{,}23$.
2. Преимуществом смазочного канала с эквидистантным участком является увеличение толщины смазочного слоя. Это особенно важно для относительно тяжело нагруженных узлов, в которых без этого участка гидродинамический режим смазки не обеспечивается.
3. Уменьшением длины эквидистантного участка до $L_1/L \approx 0{,}145\ldots0{,}15$ можно добиться небольшого уменьшения потерь трения в гидродинамических режимах смазки.

Дальнейшие исследования по данной проблеме могут быть направлены на распространение предложенной методики определения параметров смазочного слоя между плоскостями переменной ширины, использование ее для анализа параметров смазочного слоя между цилиндрическими поверхностями с изломом [2, 4, 8], выполнения динамических расчетов узлов трения и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мур Д. Основы и применения трибоники. – Издательство Мир, 1978. – 487с.
2. Ю.Н.Кипреев. Характеристики гидродинамического режима смазки в контактах поверхностей с изломом. – Збірник наукових праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – №6(384). – С.101 – 110.
3. Ю.Н.Кипреев, Т.Ю.Ломаковская. Несущая способность смазочного слоя в контактах плоских поверхностей. – Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонГТУ, 2002. Вып. 20. – С.184-194.
4. Ю.М.Кіпрєєв. Характеристики мастильного шару в контактах поверхонь із зламом. - Вісник Технологічного університету Поділля, №6, Хмельницький, 2002/Ч.1, С. 135-146.
5. Ю.М.Кіпрєєв. Аналіз характеристик мастильного шару між ламаними поверхнями. Тези доповідей 8-го Міжнародного симпозіуму українських інженерів-механіків. – Львів: КІНПАТРІ ЛТД. – 2007. – С. 138-139.
6. Ю.Н.Кипреев. Определение характеристик трения в контакте плоских поверхностей с изломом. – Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2003. Вып. 25. – С.161-166.
7. Ю.Н.Кипреев. Учет боковых утечек в контактах плоских поверхностей с изломом. – Донецк: ДонНТУ, 2004. Т.2. – С.64-68.

УДК 629.12(06):627.12(06)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПЛАВАЮЩИМ ВОДИЛОМ

Ю.Н. Кипреев
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

В современной технике широко применяются различные кинематические схемы планетарных редукторов [1, 2,3]. В силовых передачах обычно используют редукторы Джемса и передачи со смешанным зацеплением сателлитов. Для передач не силового характера (приборов, регулировочных механизмов) применяются редукторы Дэвида с внешним или внутренним зацеплении, имеющие низкий КПД, но обеспечивающие большое передаточное отношение. Основными показателями редукторов являются: КПД, габариты, удельный вес, долговечность элементов

Использование одноступенчатого планетарного редуктора осуществляется для силовых передач ограниченных передаточным отношением не более 25. Для передач с $U \geq 25...100$ применяют последовательное соединение этих механизмов, что понижает общий КПД.

Выполненные исследования показали, что в указанных диапазонах более предпочтителен редуктор с плавающим водилом, кинематическая схема которого приведена на рис.1.

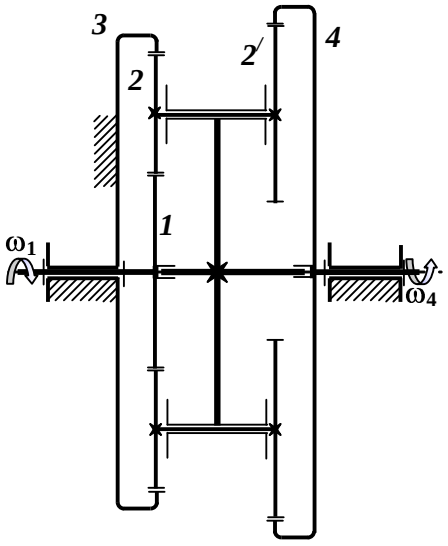


Рис.1.Схема планетарной передачи с плавающим водилом

Приведенный механизм состоит из двух частей: первая – редуктор Джемса, вторая – дифференциальный механизм. Преимуществом данной схемы является то, что центральное колесо (водило ***H***) свободно вращается без нагрузок.

В справочной литературе определен ряд условий позволяющих определить необходимое число зубьев для планетарных механизмов с плавающим водилом, но эти условия обеспечивают только подбор зубьев для первой части редуктора. Например, условие сборки требует, чтобы число зубьев делилось на число сателлитов, то есть после сборки первого блока водило поворачивается на угол

$$\varphi_B = \frac{360}{q} \cdot \ 1 + qk \quad . \qquad (1)$$

При этом $\varphi_1 = \varphi_B u_{1H}$ или $\varphi_1 = C\tau_1 = C\frac{360^\circ}{z_1}$, где k – число полных оборотов водила; τ_1 – целое число угловых шагов (целое число зубьев); C – целое число. Формулой *первого* условия имеет вид $\frac{z_1 \cdot u_{1H}}{q} \cdot \ 1 + qk \ = C$.

Однако для редукторов с плавающим водилом необходимо еще одно условие, определяющее кинематическое условие работы всего механизма.

В разработанной методике выполнен анализ и разработаны условия подбора чисел зубьев для всей схемы механизма, а также выведена формула второго условия сборки.

Из кинематического отношения $u_{4H} = \frac{\omega_4}{\omega_H} = \frac{\varphi_4}{\varphi_B}$ вытекает $\varphi_4 = \varphi_B u_{4H}$. Угол поворота колеса 4 должен иметь только целое число угловых шагов *N*, обеспечивая монтаж сателлитов $2^{/}$, то есть $\varphi_4 = N\frac{360°}{z_4}$. Учитывая зависимость (1), получим отношение $N\frac{360°}{z_4} = \frac{360°}{q}\ 1+kq\left(1-\frac{z_{2^{/}}z_3}{z_4 z_2}\right)$.

Приняв разницу чисел зубьев $z_3 - z_4 = z_2 - z_{2^{/}} = a$, после превращений получим второе условие сборки $\frac{az_3}{z_2}\frac{1+kq}{q} = N$.

При условии, когда $u_3 > u_4$ КПД рассматриваемой схемы будет большим, чем КПД двух редукторов, но если $u_4 > u_3$ – схема с плавающим водилом будет нецелесообразной. Это видно, исходя из формул: $\eta = \frac{1-\ 1-u_{1H}\ \eta_{13}^h}{u_{14}\left[1-\ 1-u_{4H}\ \eta_{43}^h\right]}$ – КПД прямого соединения и $\eta_{-} = \frac{\eta_{43-}^h - \ 1-u_{1H-}\ \eta_{14}^h}{u_{14-}\ \eta_{43}^h - 1\ + u_{1H-}}$ – КПД обратного соединения; $u_{14} = -u_{14-}$, $u_{4H} = -u_{4H-}$, $u_{1H} = -u_{1H-}$. Разделив η на η, после несложных преобразований получим $\frac{\eta}{\eta_{-}} = \frac{\left[1-\ 1-u_{1H}\ \eta_{13}^h\right]\left[1-\eta_{43}^h + u_{4H}\right]}{\left[\eta_{43}^h - \ 1-u_{1H}\ \eta_{14}^h\right]\left[1-\eta_{43}^h + u_{4H}\eta_{43}^h\right]}$.

Выводы.

1. Получена обобщенная математическая модель расчета редуктора с плавающим водилом.
2. Найденное решение позволяет определить параметры механизма в оптимальном режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория механизмов. Под. редакцией В.А. Гавриленко. М.: Высш. шк. – 1973. – 511с.
2. Теория механизмов и машин. Под. редакцией К.В. Фролова. М.: Высш. шк. – 1987. – 496с.
3. **Ю.М. Кіпрєєв**. Комплексні задачі з прикладної механіки: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 120с.
4. **Ю.М. Кіпрєєв.** Теорія механізмів і машин. Збірник для модульного контролю: Навчальний посібник/ Ю.М. Кіпрєєв, В.Є. Микитюк, О.П. Попов. – Миколаїв: 2016. – 268с.

УДК 629.5

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОПУЛЬСИВНИХ УСТАНОВОК ТРАНСПОРТНИХ СУДЕН

Личко Б.М., доц., канд. техн. наук;
Єлеонська О.С., асистент;
Осадчий І.В., Остапенко Б.Б., О.С. Шаволін, магістранти.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

Підвищення ефективності енергетичних установок транспортних суден є пріоритетним напрямом вдосконалення та оптимізації роботи судна за різних умов експлуатації. На даний час підвищення ефективності судна та енергетичної установки [1] відбувається за наступними основними напрямами, а саме:

1) застосування оптимальних систем охолодження, приводить до економії палива на 1,5 % та зменшення використання електричної потужності на 25 %;

2) застосування скруберів вихлопних газів – зменшення концентрації в відхідних газах SOx на 98 %;

3) контр-керовані гребні гвинти та підрулюючи пристрої у складі пропульсивного комплексу – економія палива до 4 % та до 5 %, відповідно;

4) впровадження заходів щодо підвищення ефективності роботи головного двигуна (двопаливні системи, паливно-водяні емульсії, рециркуляція відхідних газів, очищення палива) – зменшення концентрації в відхідних газах SOx майже на 100% та NOx більше ніж на 35%;

5) застосування конструктивних щодо газового змащення корпусу судна – економія палива 10%, носових бульбів – економія палива більше 8%, системи сэндвич-пластин (Sandwich Plate System) – суттєве

зменшення застосування металу в побудові та підчас ремонтів суден, а також пришвидшення утилізації суден;

6) розробка без баластних суден (No ballast Ships) – перспектива виключення витрат і припинення всіх вимог щодо застосування дорогого стерилізаційного обладнання (наприклад, вартісних фільтрів, ультрафіолетового опромінення, хімічних біоцидами, тощо).

7) Кайтово-парусних систем (Kite-Sail System) – зменшення споживання палива на 20…40%; та Такелажно-парусних систем (Rig-Sail System) – зменшення споживання палива на 30%;

8) Сонячний парус (Solar-Sail System) – зменшення споживання палива більше ніж на 20%;

Окремо, слід відзначити напрям модернізації рушійно-пропульсивного комплексу, який вперше був застосований німецьким інженером Антоном Флеттнером [2] на на шхуні «Букау» в 1924 році, а на сучасних транспортних суднах знайшов відродження в останні 5-ть років – турбопарус (або роторні вітрила). На рисунку подано сучасне RoLo судно "E-Ship 1" 2010 року побудови [3], на якому було застосовано чотири роторні паруса, які при швидкості ходу 16 вуз. і більше дозволяють зменшити 30…40 % палива.



Рисунок. RoLo судно "E-Ship 1" з роторними вітрилами

Висновок.

Проведено аналіз основних сучасних напрямів вдосконалення пропульсивних установок транспортних суден. В результаті проведеного інформаційного пошуку було визначено, що існують заходи по суттєвому зменшенню витрати палива на транспортних суднах. В результаті попереднього моделювання визначено, що при швидкостях руху судна 10…11,9 вузлів сила Магнуса від одного турбопаруса становиться 70,3…200,0 кН, а при швидкості руху 16 вуз - більше 400 кН, при цьому витрати на обертання роторного паруса становлять 70 кВт.

Список літератури.

1. Marine Insight [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://www.marineinsight.com
2. Вики́педия Турбопарус [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Турбопарус
3. Вики́педия E-Ship_1. [Електронний ресурс]: Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/E-Ship_1

УДК 629.5

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОПУЛЬСИВНОЇ УСТАНОВКИ СУХОВАНТАЖНИКА ДЕДВЕЙТОМ 6940 Т ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ГВИНТОРУЛЬОВОГО КОМПЛЕКСУ

Личко Б.М., доц., канд. техн. наук;
Єлеонська О.С., асистент;
Харитонов О.В., Кондратюк Д.М. ***магістранти.***
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

Сухованта́жник дедвейтом 6940 т є найбільш розповсюдженим судном типу "річка-море", розміри якого становлять: довжина між перпендикулярами 99,0 м, осадка 7,0 , ширина 16,8 м [1].

Сучасні тенденції розвитку гребних гвинтів спрямовані на підвищення ефективності роботи пропульсивного комплексу в цілому, а саме: установка з гребним гвинтом протилежного обертання, співвісні

гребні гвинти протилежного обертання, гребні гвинти із загнутими лопатями, гребні гвинти з контргвинтом, застосування гвинтів з S-образним профілем лопаті, гребні гвинти з направляючими насадками, підрулюючи пристрої, гвинто-рульові колонки, активне кермо, тощо.

За експертними оцінками ефект від зазначених вище заходів становить від 5 до 12 відсотків ефективності коефіцієнту корисної дії (ККД) гвинта.

На рисунку подано кормову кінцеві частина універсального сухо вантажника з модернізованим гвинто-рульовим комплексом.

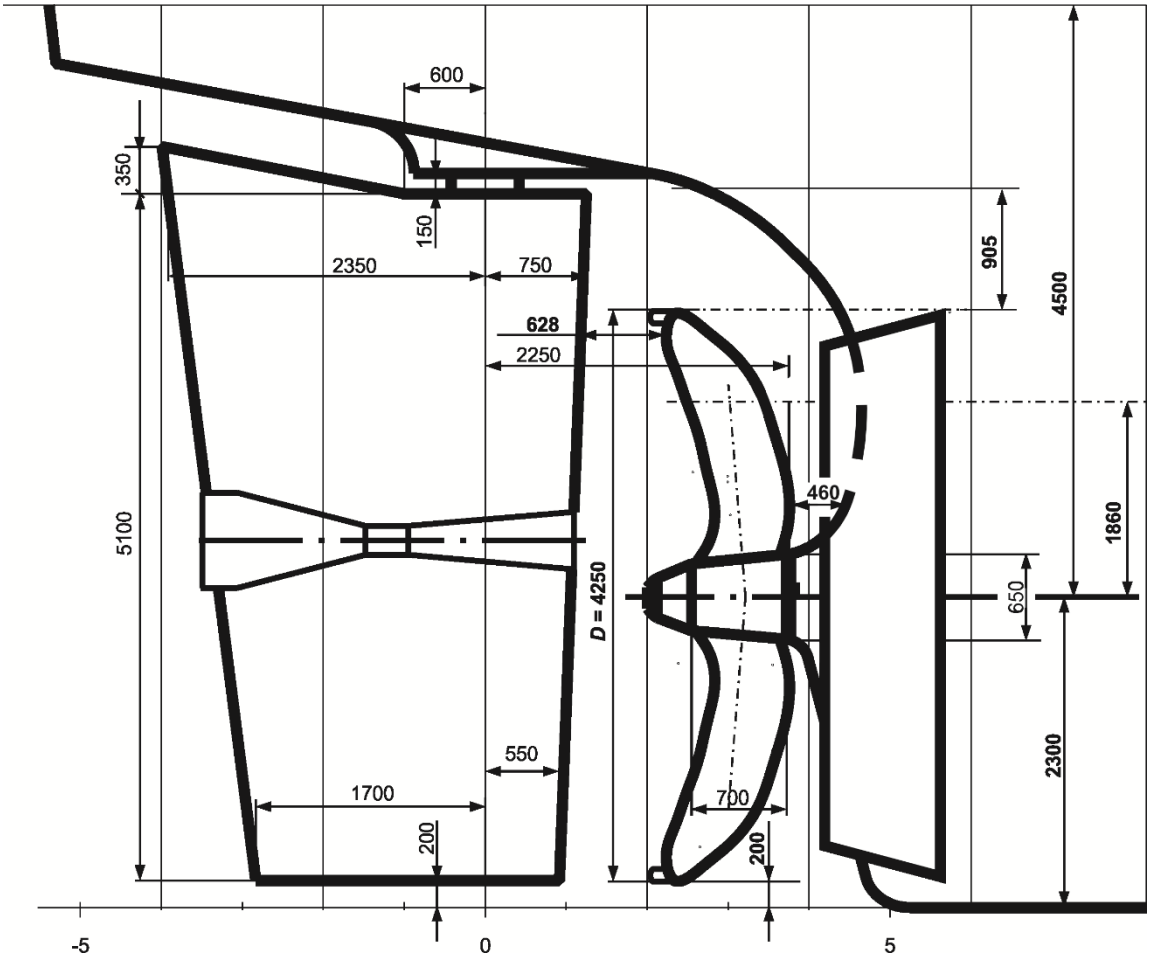


Рис. Фрагмент креслення кормової кінцевої частини універсального сухо вантажника з модернізованим гвинто-рульовим комплексом

Для комп'ютерного моделювання були прийняті наступні модернізації для гвинто-рульового комплексу суховантажного судна [2]:

1)гребний гвинт з S-подібним перетином лопаті в поєднанні з потовщеною вихідною кромкою дозволяє встановити гвинт з максимально можливим діаметром 4,25 м., тим самим збільшити швидкість судна при одній і тій же потужності, і скоротити витрату палива при одній і тій же швидкості;

2)встановлення «активного руля»;

3)направляюча насадка;

4)гребний гвинт з загнутими лопатями,

сумарне очікуване збільшення ККД гвинта прийнято на рівні 10%.

Деякі результати моделювання експлуатації суховантажного судна дедвейтом 6940 т з головним двигуном 5S35ME-B9 [3] наступні :

збільшився діаметр гребного гвинта з 2,9 м до 4,25 м;

швидкість судна зросла з 12,9 до 15,7 вуз.;

питома витрата палива МОД після модернізації гвинторульового комплексу становить 176,3…176,9 г/(кВт·год).

Висновок.

Проведено аналіз основних сучасних напрямів вдосконалення гвинто-рульових комплексів. В результаті проведеного аналізу було визначено як збільшується ККД гребних гвинтів залежно, що зазначених заходів по модернізації гребних гвинтів.

В результаті моделювання визначено, що зазначені заходи однозначно приводять до зростання річного економічного ефекту.

Список літератури.

1. Проектна документація суховантажника типу "Цітай". [Текст] – МИколаїв: ВАТ "Черномор-судопроект", 1983. – 290 с.
2. Marine Insight [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.marineinsight.com
3. Проектна документація до двигуна S35ME-B9 MAH БиВ [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://marine.man-es.com/

УДК 65.9

ДЕЯКІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-КЕРІВНІ ПИТАННЯ ЗМЕНШЕННЯ АВАРІЙ СЕУ

Кісєтов Юрій Володимирович,
Ратушняк Ігор Олександрович,
Безлєпкін Олександр Анатолійович,
Кобецький Іван Іванович
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Аварійність суден в морі – об'єктивна реальність, обумовлена складними факторами морської специфіки, і повне викорінення цього негативного явища, на жаль, не представляється можливим. Однак на практиці цілком допустимо впливати на аварійність за допомогою різноманітних дієвих заходів і навіть домогтися її пониження на певний період часу. Важливою складовою наслідків аварій обладнання суднових енергетичних установок (СЕУ) є також можливі негативні впливи на навколишнє середовище.

Характерною рисою сучасного етапу вирішення проблем аварійності процесів експлуатації суден є постійне впровадження численних організаційно-керівних і регламентуючих документів для судноплавних компаній, які скеровані на питання підтримання необхідного рівня безпеки мореплавства. Прийняття Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (СОЛАС-74) визначило порядок огляду суден, рятувального та іншого обладнання, конструкцій, механізмів тощо. Зростання економічного і екологічного збитку при аваріях суден змусили Міжнародну морську організацію (ІМО) звернути увагу всіх держав не тільки на невідкладні необхідність забезпечення безпеки судноплавства, а й на правила розслідування аварій. Для контролю над «людським фактором» були розроблені системи менеджменту – Міжнародний кодекс з управління безпечною експлуатацією суден і запобіганням забрудненню (ISM Code), Міжнародний кодекс з охорони суден і портових споруд (ISPS Code), Система менеджменту якості (ISO 9001: 2008), Система екологічного менеджменту (ISO 14001: 2004), Система менеджменту професійного здоров'я і безпеки (OHSAS 18001: 2007) та ін.

Система управління безпекою – структурована та документована система, яка дозволяє персоналу ефективно проводити політику судноплавної компанії стосовно забезпечення безпеки та захисту навколишнього середовища. (В матеріалах під судноплавною компанією маємо на увазі власника судна, або особу, наприклад управляючого або фрахтувальника по бербоут-чартеру, яка приймає на себе відповідальність за експлуатацію судна від судновласника і, яка згодна прийняти на себе всі обов'язки та необхідні дії під час та після аварій).

Поява документу Регістра судноплавства України «Процедура з сертифікації систем управління безпекою» [1] системно і детально описує питання підготовки і проведення аудиту судноплавних компаній, основними етапами якої можна назвати наступні:

– розгляд і схвалення Свідоцтв про управління безпекою (SMC) компаній;

– перевірку відповідності компаній та суден вимогам Міжнародного кодексу з управління безпекою (МКУБ), глави IX Міжнародної конвенції СОЛАС і схваленій документації з SMC;

– видачу документів про відповідність (DOC) та (SMC), у тому числі тимчасових;

– проведення проміжних перевірок;

– проведення додаткових перевірок.

В документі також наведена детальна блок-схема процесу сертифікації компаній на відповідність вимогам МКУБ та/або Адміністрації.

Видача свідоцтв повинна гарантувати, що Система управління безпекою повністю відповідає МКУБ, вимогам Адміністрації та задовільно функціонує і відповідає умовам використання судна. (У даному випадку термін «Адміністрація» – це уряд держави, під прапором якої має право плавати судно). Ця процедура використовується для видачі DOC та SMC від імені Адміністрації.

Висновки. Україна, як учасник ряду Міжнародних конвенцій, що регламентують безпеку судноплавства, виконує прийняті на себе зобов'язання в рамках цих Конвенцій. Відповідними державними структурами видано низку організаційно-керівних документів стосовно функціональних обов'язків відповідних підрозділів міністерств, відомств, портів, інших установ і організацій, щодо проведення спеціальних заходів із підвищення безпеки та посилення охорони на морі з виконанням вимог міжнародних Конвенцій.

Література

1. Процедура з сертифікації систем управління безпекою: № 2-04-9 (версія 5)/Регістр судноплавства України: – К., 2018. 54 с. http://shipregister.ua/security/2-04-9.pdf.

УДК 621.438(075)

ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЯ РОБОТИ ЗАПАЛЬНИХ ПЛАЗМОВИХ СВІЧОК ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Димо Б.В., к.т.н., професор
Качанов С.С., магістр
Єлеонська О. С., інженер-механік
Єпіфанов О. А., к.т.н., доцент
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Досвід експлуатації газотурбінних двигунів виробництва ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» типу ДГ80Л, що працюють на навантаженнях, близьких до номінальних, виявив ненадійність роботи в системі плазмового займання палива. Зокрема, має місце перегрів проводів високої напруги, що живлять свічки запалення. Дослідженнями було встановлено, що вже при частковому навантаження ГТД 19 МВт корпус камери згоряння розігрівається до температури 500 ^{o}C. Свічки плазмового займання, що прикріплюються зовні, за рахунок теплопровідності, конвективного та радіаційного теплообміну також прогріваються до значних температур, що може призвести до перегріву ізоляції проводів високої напруги більше 250 ^{o}C.

Наведено результати дослідження, метою якого було внесення конструктивних змін свічок плазмоструйного типу СП-1-2М1 для зниження температурного навантаження. Було запропоновано обладнати свічки зовнішнім радіатором з оребреною поверхньою (рис. 1).

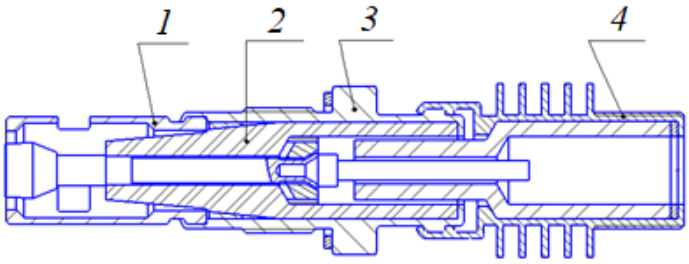


Рис.1. Свічка СП-1-2М1:
1 – анод; *2* – катодний вузол; *3* – корпус свічки; *4* – радіатор з оребренням

Предметом дослідження стало вивчення впливу форми, розмірів, матеріалу ребер та їх кількості на розподіл температур, а також досягнення термостабілізації шляхом зміни зовнішніх умов охолодження. Досліджено прямокутну та гіперболічну форми циліндричних (дискових) ребер.

На основі аналітичної теорії теплопровідності ребер [1] отримано залежності, що дозволяють визначити коефіцієнт ефективності ребер. Встановлено, що найбільшу ефективність мають ребра гіперболічного профілю, які виконані з матеріалів з високою теплопровідністю, зокрема мідні. Ребра з жароміцних нержавіючих сталей мають коефіцієнт ефективності приблизно на 10 % менший ніж мідні. Але з точки зору більшої жаростійкості все ж можуть бути рекомендовані для виготовлення ребер зовнішньої обичайки радіатору охолодження.

Досліджено вплив зовнішніх умов охолодження на процес термостабілізації корпусу плазмової свічки. Отримано аналітичні залежності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі оребреного радіатора. Коефіцієнт тепловіддачі розраховувався як середнє значення з урахуванням тепловіддачі до несучої стінки та ребер згідно методики, наведеної в [2].

Для перевірки результатів аналітичних досліджень при поперечному обтіканні оребреного радіатора виконано експериментальне дослідження. На робочій ділянці дослідного стенду лабораторії плазмових

систем НУК були змодельовані умови підведення теплоти, головним чином, теплопровідністю та конвекцією, до корпусу плазмової свічки з зовнішнім радіатором, який примусово охолоджується повітрям.

Досліджено залежність коефіцієнту тепловіддачі від швидкості повітряного потоку в діапазоні від 2 до 10 м/с. Виконано порівняння аналітичних та експериментальних даних тепловіддачі. Відхилення параметрів склало не більш ±10 % в довірчому інтервалі 0,95.

Виконано математичне моделювання процесу тепловіддачі корпусу плазмової запальної свічки в програмному комплексі ANSYS. Складовими моделювання стало геометричне моделювання плоских та просторових об'єктів, генерація робочої сітки та постановка крайових умов. Розроблені 3D-моделі складових частин свічки, зокрема катодного вузла, аноду, корпусу радіатора охолодження та складальна модель свічки у зборі
(рис. 2).

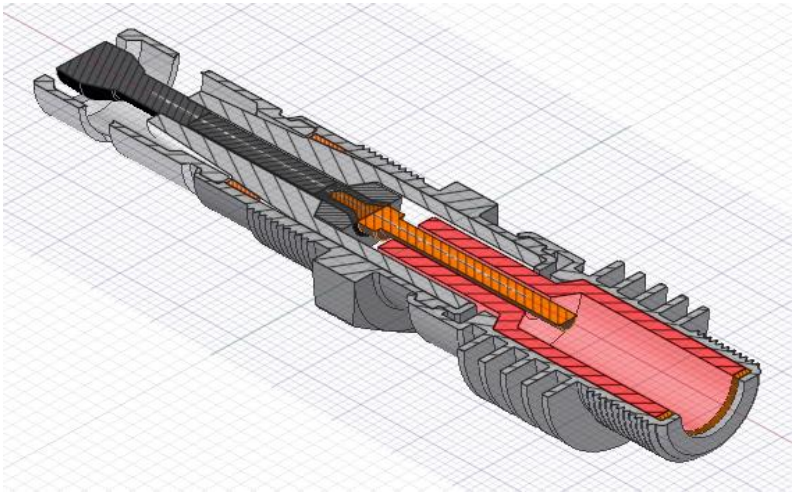


Рис.2. Модель свічки

При генерації розрахункових сіток для використання методу кінцевих елементів виконано розчленування з урахуванням найбільш складних розрахункових зон з більш густою сіткою. Важливою складовою моделювання був вибір крайових умов, зокрема вибір зон підведення та відведення теплоти та напрямків теплових потоків. Результати розрахунку температур наведено на рис. 3.

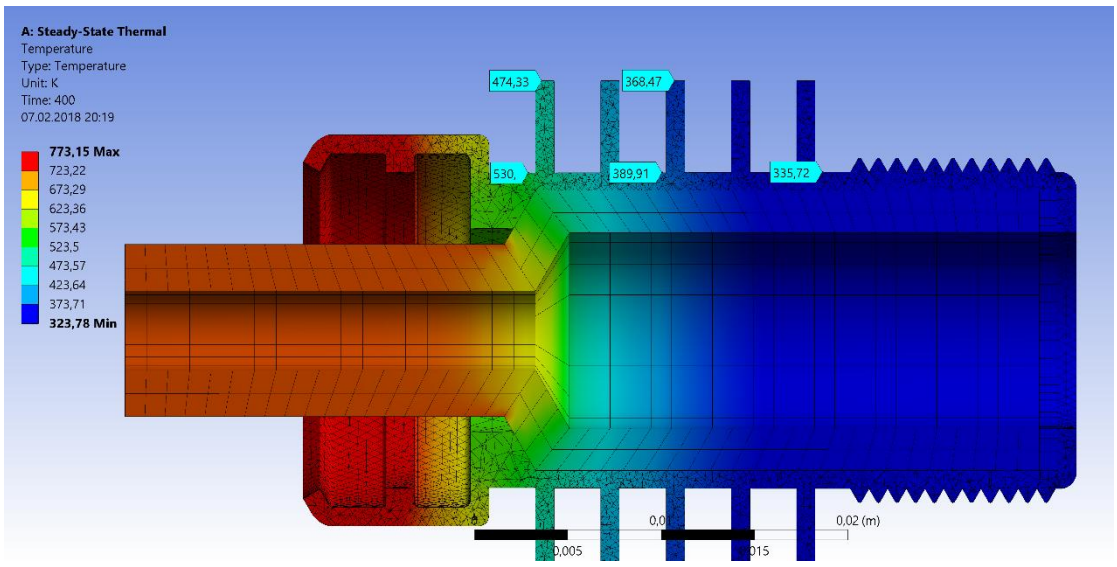


Рис.3. Результати розрахунку температур в контрольних точках ($\alpha = 68.2$ Вт/(м^2·К))

Висновки

Отримано розрахунки моделювання для значень коефіцієнтів тепловіддачі в діапазоні значень від 28,5 до 90,2 Вт/(м^2·К). Встановлено, що для п'ятьох точок вимірювання в найбільш термічно напружених зонах радіатора охолодження відхилення дослідних даних від результатів моделювання не перевищувало ±2 %. Таким чином, результати моделювання у програмному комплексі ANSYS можна вважати достовірними та

рекомендувати цей метод як основний при розробці систем охолодження запальних свічок плазмового типу для інших типорозмірів газотурбінних двигунів. Наявність радіатора охолодження дозволяє термостабілізувати роботу плазмових свічок запалення в заданих межах та підвищити надійність та тривалість їх роботи.

Література:

1. **Керн, Д**. Развитые поверхности теплообмена. Пер. с англ. [Текст] / Д. Керн, А. Краус. – М.: Энергия, 1977. – 464 с.

2. **Письменний, Є.М.** Теплообмін і аеродинаміка пакетів поперечно-оребрених труб [Текст] / Є.М. Письменний. – К.: Альтерпрес, 2004. – 244 с.

УДК 621.311.22

ПОВЫШЕНИЕ СКРЫТНОСТИ КОРАБЛЕЙ КЛАССА КОРВЕТ

***В.В. Кузнецов*, канд. техн. наук, доц., *Г.В.Кузнецов*, студент**
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Современная политико-экономическая в Украине такова, что для обеспечения Государственных интересов на Черном и Азовском морях необходимо срочное развитие собственных Военно-морских сил. Это также подтверждается Военной доктриной Украины, которая предусматривает одним из путей формирования национальных оборонных возможностей возрождения военно-морского потенциала государства, развитие Военно-Морских Сил Вооруженных Сил Украины, которые должны быть способными защищать береговую линию Черного и Азовского морей в исключительной (морской) экономической зоне, а также привлекаться к международным операциям НАТО и ЕС, а также Морской доктриной Украины на период до 2035 года среди основных задач государственной морской политики Украины предусматривает решение задач, возложенных на ВМС Украины и Морские части Государственной пограничной службы, на уровне, достаточном для участия в обеспечении территориальной целостности, политической и экономической независимости Украины, нерушимости ее государственной границы на море и защиты других национальных интересов в сфере морской и военно-морской деятельности государства.

Основой возрождаемых Военно-Морских сил должны стать корабли класса «корвет».

Корвет – это класс многоцелевых военных кораблей ближней морской зоны, предназначенных для дозорной и конвойной службы, противовоздушной и противолодочной обороны военно-морских баз и пунктов базирования [2].

Эффективность реализации поставленных перед корветами задач во многом зависит от возможности обеспечения их скрытности.

Для повышения скрытности кораблей класса корвет рассмотрен способ снижения температурного и акустического полей корабельной энергетической установки. Способ предусматривает использование глушителей шума корабельных дизель-генераторов, которые совмещены с поверхностью нагрева горячей воды для нужд корабля. Показано, что за счет интенсификации теплоотдачи путем использования луночных систем на оребренной поверхности нагрева возможно снижение температуры отработавших газов на срезе дымовой трубы корабля на 5…30°С (в зависимости от размеров глушителя и расположения лунок), звукового давления на 6,8…13,3 дБ, повышение скрытности по тепловому следу на 3,2…17,9%.

УДК 621.438

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І ВИБІР УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ

Патлайчук В.М., канд. техн. наук,
Касимов Р.М., студент гр.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Миколаїв).

Природний газ має стратегічно важливе значення для економіки України. У нашій країні він широко використовується в якості пального для опалення, підігріву води та приготування їжі в житлових, приватних і багатоквартирних будинках; застосовується як паливо в металургійній, скляній, цементній, керамічній, легкій та харчовій промисловості, транспортних засобах (газобалонне устаткування автомобілів, газові двигуни),

котелень, ТЕЦ та ін. Як вихідна сировина для отримання різних органічних речовин, наприклад, пластмас і азотних добрив, природний газ у великих обсягах використовується в хімічній промисловості.

Річний обсяг споживаного газу в Україні, завдяки проводимому в останні роки режиму економії і зменшенню кількості енерговитратних промислових підприємств, постійно скорочується. Для успішного функціонування економіки держави ця кількість в даний час становить близько 40...50 млрд куб. м в рік. Статистичні дані свідчать про те, що приблизно 31% споживаного газу використовує населення і бюджетні організації, 15% – підприємства теплокомуненерго, 45% – промисловість, перш за все хімічні підприємства та металургійні комбінати. Ще близько 9% припадає на так званий технологічний газ, який витрачається газотранспортними компаніями на проведення перекачування.

Значна кількість необхідного економіці країни газу видобувається на території самої держави, проте до теперішнього часу частка імпортованого газу залишається досить високою. З урахуванням запланованого зростання економіки імпорт природного газу в найближчі роки буде становити приблизно 20...30 млрд куб. м в рік.

Розглянута можливість організації поставок імпортного газу в Україну трубопровідним транспортом із західної частини Туркменістану. Виконано технологічний розрахунок магістрального газопроводу і розрахунок режимів роботи компресорних станцій, що забезпечують цей газопровід [1].

Розроблено конструкцію газоперекачувального агрегату для лінійної компресорної станції. У складі даного агрегату передбачається використовувати полнонапорний нагнітач природного газу (двоступеневий відцентровий компресор), що споживає потужність близько 25 МВт. В результаті аналізу технічних і експлуатаційних параметрів відцентрових нагнітачів, які випускаються в даний час провідними компаніями світу, для застосування у проектованому газоперекачувальному агрегаті був обраний нагнітач марки 650-RV090/02-3700, виготовляємий фірмою "MAN Energy Solutions SE".

Приводом відцентрового нагнітача є розроблена конструкція газотурбінного двигуна. В якості прототипу при проектуванні були використані конструктивна схема і технічні параметри двигуна UGT 25000 (ДН80Л) підприємства ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" [2, 3].

Проведено розрахунок газоперекачувального агрегату на різних режимах роботи, що дає можливість визначати його основні експлуатаційні параметри при зміні навантаження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Патлайчук, В. М.** Технологічний розрахунок магістрального газопроводу та розрахунок режиму роботи компресорної станції [Текст] / В. М. Патлайчук. – Миколаїв: НУК, 2018. – 62 с.

2. **Романовський, Г. Ф.** Газотурбінні агрегати : у 2 ч. Ч. 1. Загальна будова та класифікація [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2016. – 216 с.

3. **Романовський, Г. Ф.** Сучасні газотурбінні агрегати: У 2 т. Т.1: Агрегати виробництва України та Росії [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв: НУК, 2005. – 344 с.

УДК 621.438

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ПАРОВОЇ ТУРБІНИ ПАРОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА ПОТУЖНІСТЮ 25 МВТ

Патлайчук В.М., канд. техн. наук,
Орнацький О.О., студент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Миколаїв).

Ефективним способом підвищення коефіцієнта корисної дії газотурбінної установки є утилізація тепла випускних газів в паротурбінному теплоутилізуючому контурі. Створені на цьому принципу установки для генерації електричної енергії отримали назву "парогазових". Як відзначається в роботі [1], в даний час парогазові установки (ПГУ) розглядаються як найбільш ефективний та екологічно чистий вид енергетичної установки. В останніх конструкціях стаціонарних ПГУ їх ефективний ККД досяг 60 %, що значно вище, ніж в паротурбінних агрегатах як на органічному, так і на ядерному паливі.

Ефективність парогазової установки в цілому суттєво залежить від ефективності її складових частин, однією з найвпливовіших з яких у цьому сенсі є паротурбінна частина. Якість перетворення теплової енергії водяної пари в утилізаційній турбіні в чималій мірі визначає генеровану додаткову кількість електричної енергії та зростання коефіцієнта корисної дії парогазової установки.

Однією з головних проблем, яка постає перед проектувальниками при розробці конструкції утилізаційної турбіни, є вибір числа її ступенів. Згідно з [3, с. 149], задача з вибору числа ступенів турбіни та розподілення в них теплоперепаду не має однозначного вирішення. З одного боку, збільшення числа ступенів

призводить до зростання ККД проточної частини турбіни. Це пояснюється, головним чином, факторами повернутої теплоти та використанням вихідної кінетичної енергії попередніх ступенів у наступних. Крім того, збільшення числа ступенів і, відповідно, зменшення перероблюваного в них теплоперепаду ведуть до зменшення діаметру турбіни, подовження надмірно коротких лопаток перших ступенів, а також дають можливість не використовувати в конструкції турбіни понадзвукові режими течії пари, що також поліпшує ККД проточної частини.

З другого боку, зростання числа ступенів турбіни призводить до збільшення складності її конструкції, а також до зростання її вартості, розмірів та маси. Відстань між опорами ротора турбіни збільшується, що веде до зменшення його жорсткості та може привести до появи в конструкції додаткових вібраційних навантажень.

Розроблена конструкція парогазової установки на основі газотурбінного двигуна потужністю 25 МВт. В якості прототипу були використані конструктивна схема і технічні параметри двигуна UGT 25000 (ДГ80) підприємства ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект".

Утилізація тепла випускних газів відбувається в котлі-утилізаторі одного тиску з вертикальним компонуванням та примусовою циркуляцією робочого тіла. При однаковій витраті випускних газів та їх температурі на вході в котлі може генеруватися перегріта пара в діапазоні значень тиску 1,0...3,0 МПа та температури 250...400 ^{o}C. Верхня межа параметрів, згідно з рекомендаціями [2], обумовлена використанням для котла-утилізатора бездеаераторної схеми живлення.

Відповідно до цього, розрахунок параметрів котла-утилізатора було виконано для двох варіантів його виконання: *1-й варіант* – найменші значення тиску та температури генерованої пари із вказаного діапазона (такому варіанту відповідає найбільша продуктивність генерації пари); *2-й варіант* – найбільші значення тиску та температури генерованої пари із вказаного діапазона (такому варіанту відповідає найменша продуктивність генерації пари).

Для використання у складі парогазової установки розроблена конструкція утилізаційної парової турбіни, яка проектувалася на частоту обертання 3000 об/хв та до складу якої було введено двовінцевий ступінь швидкості та кілька ступенів тиску. При розрахунку двовінцевого ступеня передбачалося, що у ньому перероблюється значний теплоперепад (до 200 кДж/кг) та переробка цього теплоперепаду здійснюється з максимальним ККД (тобто при оптимальному співвідношенні швидкостей). Діаметр розміщення ступенів тиску в цілому відповідав діаметру попередньо розташованого двовінцевого ступеня, їх число варіювалося від трьох до дев'яти.

Внаслідок поступеневого розрахунку кількох варіантів проточної частини утилізаційної турбіни були визначені головні її термодинамічні та габаритні параметри. Наступний аналіз дозволив виявити їх залежність від числа ступенів турбіни та виробити рекомендації до подальшого проектування.

Як було визначено з розрахунку сумарних показників парогазової установки, вплив числа ступенів тиску парової турбіни на економічні показники ПГУ в цілому є пропорційним їх впливу на ККД та потужність парової турбіни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Романовський, Г. Ф.** Газотурбінні агрегати : у 2 ч. Ч. 1. Загальна будова та класифікація [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв : НУК, 2016. – 216 с.

2. **Романовський, Г. Ф.** Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів [Текст] / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, С. І. Сербін. – Миколаїв : УДМТУ, 2003. – 304 с.

3. Турбины тепловых и атомных электрических станций [Текст] / под ред. А. Г. Костюка, В. В. Фролова. – М. : МЭИ, 2001. – 488 с.

УДК 621.438

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ГАЗОТУРБІННОЇ ТЕЦ НА ОСНОВІ АГРЕГАТА ПОТУЖНІСТЮ 45 МВТ

Патлайчук В.М., канд. техн. наук,
Рамазанов Р.С., студент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Миколаїв).

В даний час електроенергетичний комплекс України характеризується переважанням моновиробництва (виробництва електроенергії на великих електростанціях, а тепла на котельнях) і низьким рівнем когенераційного вироблення енергії. Частка когенерації в загальному обсязі вироблення тепла і електроенергії зараз становить близько 30 % (для порівняння – в США і Великобританії цей показник дорівнює 80 %).

Технологія когенерації в першу чергу характеризується високою ефективністю використання палива (80-90 %), задовільними екологічними параметрами і автономністю від енергосистеми.

Комбіноване вироблення тепла і електроенергії визнане однією з основних технологій досягнення завдання Європейського союзу в частині збільшення енергетичної ефективності.

На прикладі багатьох проектів можна спостерігати різке зниження цін на електроенергію і тарифів на тепло внаслідок впровадження розподіленої когенерації. При правильній експлуатації когенераційні установки дають економічний ефект майже відразу у вигляді зниження витрат на електроенергію та теплопостачання більш ніж в два рази, при цьому когенераційні установки можуть експлуатуватися понад 30 років.

Одним з головних напрямків розвитку когенераційних технологій у теперішній час є створення газотурбінних ТЕЦ – енергооб'єктів, в яких електроенергія виробляється роботою газотурбінного двигуна на привід генератора струму, а теплова енергія (у вигляді пари або гарячої води) генерується за рахунок корисного використання тепла випускних газів газотурбінного двигуна в котлі-утилізаторі.

Водяна пара, генерована таким ТЕЦ, може використовуватися для опалення житлових та громадських будівель, а також для постачання їх гарячою водою, також вона широко використовується в різних галузях промисловості (нафтогазовій, деревообробній, паперовій, харчовій промисловості, в будівництві та виробництві будівельних матеріалів).

Розроблена конструкція газотурбінної ТЕЦ на основі агрегата потужністю 45 МВт. В якості прототипу були використані конструктивна схема та технічні параметри двигуна UGT 45000, який в теперішній час розробляється підприємством ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" (м. Миколаїв, Україна).

Різноманітність галузей опалювального та промислового використання водяної пари зумовили необхідність розробки та розрахунку двох різних типів утилізаційних контурів проектуємої газотурбінної ТЕЦ. Перший тип – для генерації сухої насиченої пари, другий – для генерації перегрітої пари.

Утилізаційний контур для генерації насиченої пари розраховувався для діапазона значень температури насиченої пари 105...200 ^{o}C. Для контура, що генерує перегріту пару, доцільним діапазоном значень тиску було обрано інтервал 0,12...3,0 МПа, температури перегріву – до 400 ^{o}C.

Результати розрахунку свідчать про те, що тиск генерованої насиченої пари помітно зростає із збільшенням її температури. Можливості для промислового використання такої пари є значно ширшими, але товщина стінок теплообмінних апаратів та підвідних комунікацій суттєво зростають, що позначається на їх масі, габаритах та ціні.

Визначено, що із збільшенням температури генерованої насиченої пари паропродуктивність котла-утилізатора зменшується майже прямопропорційно.

Зростання температури генерованої як насиченої, так і перегрітої пари приводить до збільшення температури газів за котлом-утилізатором, що веде до зменшення його ККД та до зменшення коефіцієнта корисного використання енергії палива газотурбінного агрегата.

Розглянута можливість використання спроектованої газотурбінної ТЕЦ для реконструкції ПрАТ "Миколаївська ТЕЦ", термін напрацювання пароенергетичного обладнання якої становить від 245 до 354 тис. годин. Визначено, що за електричною потужністю спроектована установка (45 МВт) є достатньою для реконструкції теплоелектроцентралі, сумарна встановлена потужність трьох парових турбогенераторів якої складає 40 МВт. За тепловою же потужністю (максимум 73,3 Гкал/год) газотурбінна установка не може адекватно замінити використовуєме на теплоелектроцентралі обладнання. Встановлена теплова потужність ПрАТ "Миколаївская ТЕЦ" становить 410 Гкал/год, реальна теплова потужність в останні роки протягом опалювального сезону – 70...105 Гкал/год.

УДК 621.438

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАРОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ ДВОХ ТИСКІВ З ПРОМІЖНИМ ПЕРЕГРІВОМ ПАРИ

Патлайчук В.М., канд. техн. наук
Сердюк А.Є., студент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Миколаїв).

Ефективним способом підвищення коефіцієнта корисної дії газотурбінної установки є утилізація тепла випускних газів в паротурбінному теплоутилізаційному контурі. Переважна більшість сучасних газотурбінних установок данного типу, які одержали назву "парогазових" (ПГУ), працюють з теплоутилізаційними контурами двох тисків. В таких контурах конденсат з конденсатора парової турбіни насосом низького тиску подається в економайзер низького тиску (він же «газовий підігрівач конденсату»). Після цього частина конденсату (25...30 %) подається в сепаратор пари низького тиску і далі в випарник, де випаровується. Пара, що

утворилася, пройшовши пароперегрівач низького тиску, надходить у циліндр низького тиску (ЦНТ) парової турбіни.

Інша частина конденсату (70...75 %) нагнітається насосом високого тиску в контур високого тиску котла-утилізатора, який складається з економайзера, випарника і пароперегрівача. Отримана пара надходить у циліндр високого тиску (ЦВТ) турбіни. Пройшовши ЦВТ, вона змішується з парою з контуру низького тиску, і сумарна витрата пари надходить у ЦНТ.

На першому етапі досліджень розглянуті параметри парогазової установки двох тисків, виконаної на основі газотурбінного агрегата потужністю 110 МВт. В якості прототипу використані конструктивна схема і технічні параметри двигуна ГТД 110 розробки підприємства ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект".

При дослідженні тиск генеруємої пари високого тиску змінювався в діапазоні, нижня межа якого була обмежена мінімально можливим за умов проектування значенням 3 МПа, а верхня межа (4,75 МПа) – максимально можливим значенням з точки зору забезпечення необхідної сухості пари за турбіною. Температура генеруємої пари високого тиску змінювалася в діапазоні, верхня межа якого була обмежена максимально можливим виходячи з температури випускних газів ГТД значенням 477 ^{o}C, а нижня межа (440 ^{o}C) – мінімально можливим значенням з точки зору забезпечення необхідної сухості пари за турбіною. Тиск пари низького тиску змінювався в інтервалі 0,1...0,5 МПа, тиск в конденсаторі приймався незмінним – 5 кПа.

На підставі аналізу отриманих результатів зроблено висновок про те, що збільшення як тиску, так і температури генеруємої пари високого тиску призводить до зростання потужності парової турбіни і внаслідок цього до збільшення електричного ККД парогазової установки.

Одночасно з цим збільшення тиску генеруємої пари високого тиску призводить до зростання вологості пари в останніх ступенях турбіни, а через це до стрімкого погіршення ККД парової турбіни та проблем з ерозійним руйнуванням краплями вологи її проточної частини. Останній фактор обмежує при проектуванні парогазової установки максимальну вологість пари за турбіною значенням 10...12 %, а для конденсаційних турбін зі значною довжиною лопаток останніх ступенів – до 7...8 %. Внаслідок цього обмежується і максимальне значення тиску пари високого тиску.

На другому етапі досліджень розглянуті параметри парогазової установки двох тисків з проміжним перегріванням пари. Використанням проміжного перегрівання пари на шляху між циліндром високого тиску та циліндром низького тиску вдається підвищити її температуру, що автоматично веде до зменшення вологості у кінці розширення пари в турбіні. Це дає можливість застосувати більші значення тиску генеруємої пари, а отже, і досягти більшого ККД парогазової установки.

Дослідження впливу температури генеруємої пари високого тиску на показники парогазової установки проводилося в інтервалі значень від 300 до 477 °С, тиску пари високого тиску – від 2 до 10 МПа.

На підставі аналізу отриманих результатів зроблено такі висновки:

1. Застосування проміжного перегріву пари веде до суттєвого зменшення вологості в останніх ступенях турбіни. У всьому досліджуваному діапазоні параметрів найменше значення міри сухості пари за турбіною складало 0,957. На відміну від ПГУ без проміжного перегріву у даному випадку вологість пари не здійснює ніякого обмежувального впливу.

2. Незначна вологість пари за турбіною дає можливість застосувати в ПГУ більш високі значення тиску пари високого тиску, але це не призводить до суттєвого збільшення ККД парогазової установки (максимум з 0,516 до 0,519). Це пояснюється неоднозначним впливом цього параметра на ККД ПГУ і наявністю оптимума (максимума), який відповідає приблизно тим же значенням тиску (4...5 МПа), які раніше використовувались при проектуванні парогазової установки без проміжного перегріву.

3. Залежність ККД котла-утилізатора від тиску пари високого тиску також має оптимум (мінімум), проте зміна цього параметра в досліджуваному діапазоні здійснюється в дуже вузькому інтервалі значень – від 0,819 до 0,821. В цілому застосування проміжного перегріву призвело до погіршення ККД котла-утилізатора (для ПГУ без перегріву він складав 0,833...0,838).

4. Через зменшення вологості пари в останніх ступенях застосування проміжного перегріву призвело до деякого збільшення ККД парової турбіни – з 0,860...0,866 до 0,878...0,892.

УДК 621.18.063

ВИКОРИСТАННЯ КОНВЕКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТИПУ «SUNROD» ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Долганов Юрій Анатолійович, канд. техн. наук
Лимарь Олександр Олександрович, магістрант
Лахтіонов Владислав Олександрович, магістрант
Копилов Микита Ігорович, магістрант
Лосєв Олександр Сергійович, магістрант
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова Україна,

В конструкціях сучасних суднових котлів фірм Alfa-Laval Aalborg, Kangrim та ін. з метою підвищення ефективності теплообміну, зменшення аеродинамічного опору та покращення масогабаритних показників використовуються конвективні іголчасто-оребрені елементи типу «Sunrod» (рис.1) [1, 2]. Так як виробники не публікують дані щодо ефективності котлів з даним типом оребрення, то для визначення впливу такого рішення на теплову ефективність та експлуатаційні показники котельної установки судна необхідно провести дослідження та розробити методику розрахунку таких поверхонь нагріву.

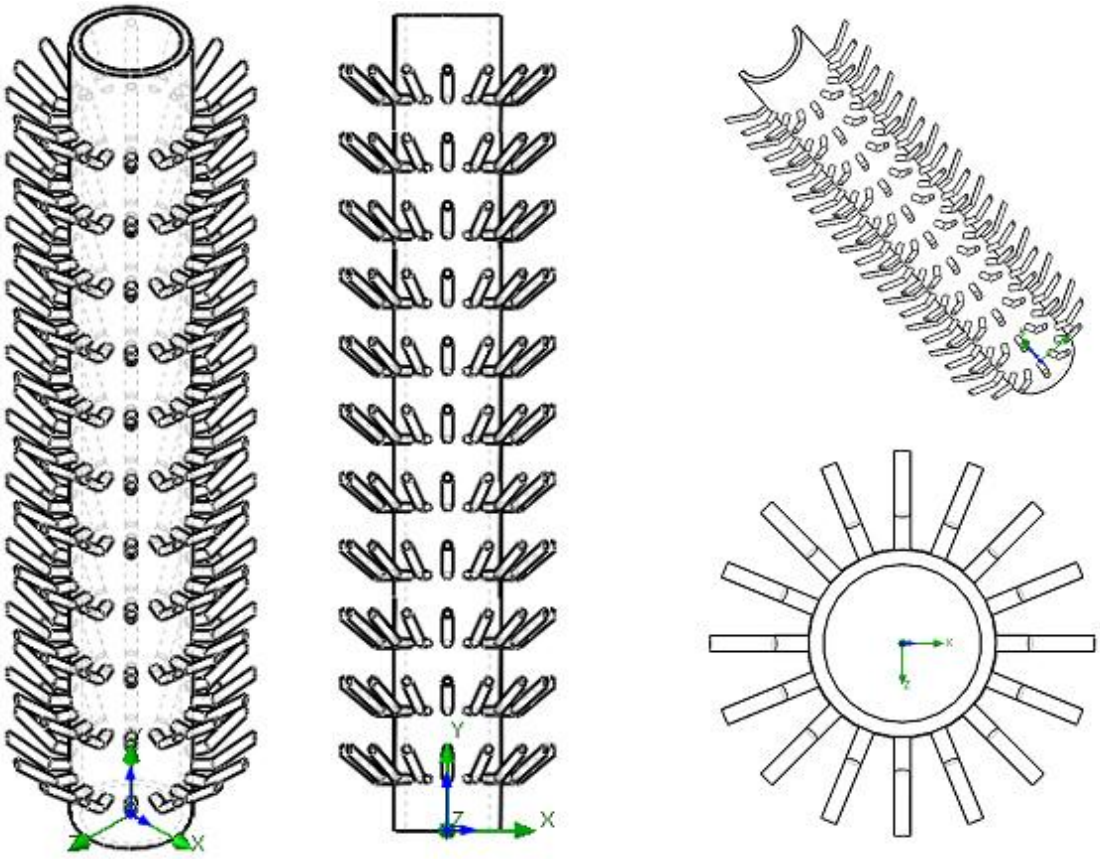


Рис.1 Конвективні елементи з іголчастим оребренням

Основною проблемою для визначення ефективності такого рішення є різноманіття конструкцій та способів використання таких конвективних елементів. Аналіз літературних джерел показав, що найбільш придатними для розрахунків при поперечному та поздовжньому омиванні є залежності наведені у [3] для проволочно-оребрених поверхонь. Визначення коефіцієнта забруднення та коефіцієнта повноти омивання також викликає багато складностей пов'язаних з конфігурацією газоходу і характером течії газів.

Для вирішення поставленої задачі була створена тривимірна модель та проведено комп'ютерне моделювання течії відхідних газів при поздовжньому омиванні ігольчасто оребреного елемента. В комп'ютерній моделі розв'язувалася задача конвекції та теплопровідності в твердих тілах та газах. Результати у вигляді полів швидкостей наведено на рис. 2.

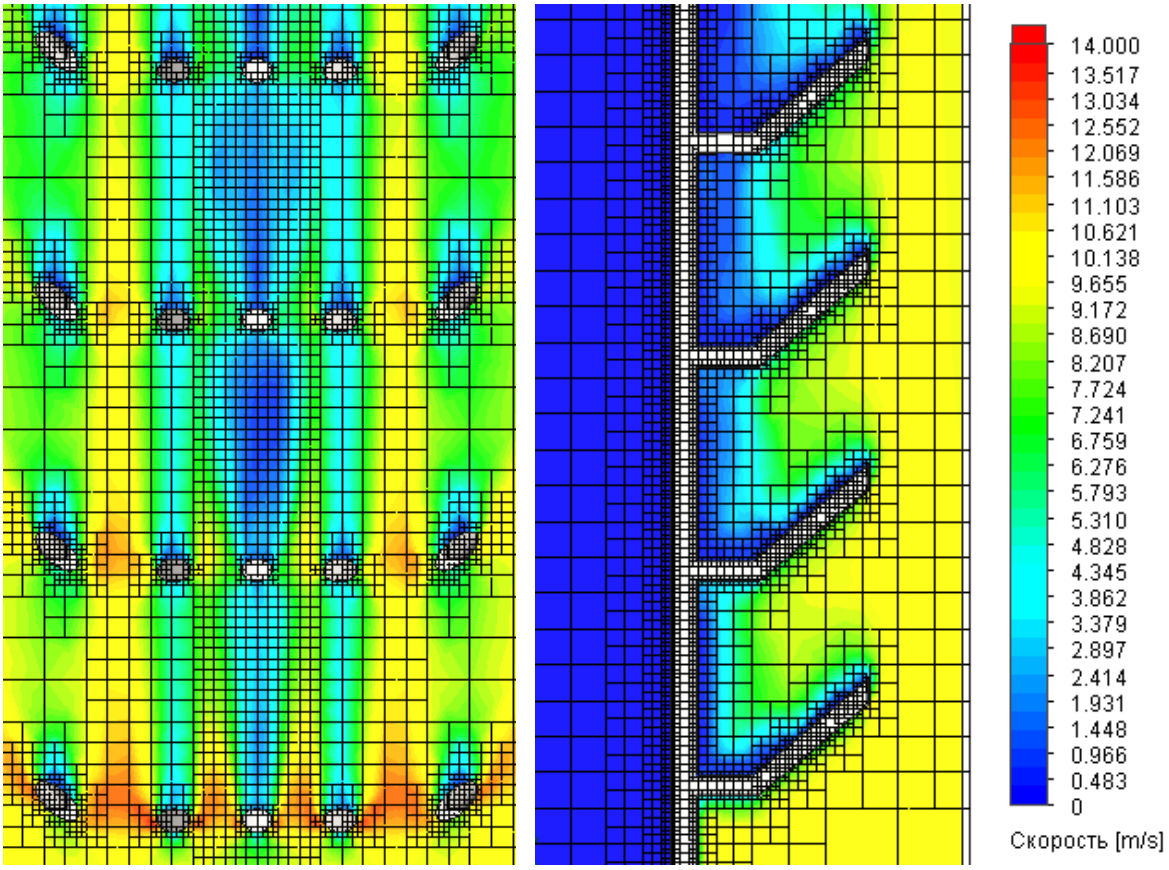


Рис.2 Поля швидкостей при поздовжньому обтіканні іголчастих елементів

Висновок. Проведений аналіз конструкцій сучасних суднових допоміжних котлів показав, що однією з тенденцій щодо підвищення теплової та експлуатаційної ефективності є використання розвинених конвективних поверхонь нагріву з іголчастим оребренням. В результаті проведеного інформаційного пошуку було визначено, що відсутність методики розрахунку іголчастого оребрення робить неможливим визначення величини впливу таких конвективних поверхонь на ефективність суднової котельної установки. В результаті попереднього комп'ютерного моделювання поздовжнього обтікання іголчастого елементу отримані поля швидкостей які в подальших дослідженнях будуть використані для отримання даних щодо аеродинамічного опору пучка та коефіцієнтів тепловіддачі.

Список літератури.

1. Alfa-Laval Marine [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.alfalaval.com/industries/marine-transportation/marine
2. Industrial and marine boilers [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.kangrim.com/boilers
3. Кузнецов Н.В. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) [Текст] / Кузнецов Н.В. - М: Энергия, 1973. – 296 с.

УДК 621.43

РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ІНДИКАТОРНОГО ККД ДВЗ ВІД КОЕФІЦІЄНТА НАДЛИШКУ ПОВІТРЯ В ПРОЦЕСІ ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА

Хоменко Вікторія Станіславівна, викладач;
Греку Микола Володимирович, студент
Херсонська філія НУК,

Пошук можливих шляхів покращення економічних показників зазвичай починався з розгляду індикаторного циклу двигуна. При цьому розглядались фактори, які можуть впивати на величину ККД індикаторного циклу. До таких факторів відносяться показники окремих процесів, які формують весь

індикаторний цикл, параметри робочого тіла, конструктивні особливості камери згоряння, режими роботи двигунів, характерні параметри процесу подачі палив, процесу згоряння та інше. Дослідниками визначена та частина цих факторів, які гарантовано впливають на ККД індикаторного циклу. Крім цього досліджувався вплив одночасно усіх факторів, не виділяючи основних.

Бажання подальшого підвищення індикаторного ККД двигунів вимагає звернути увагу на фактори, роль яких не настільки очевидна (фактори, пов'язані з індикаторним циклом). Більшість спеціалістів вважають, що загальна кількість таких факторів, які суттєво можуть вплинути на індикаторний ККД, не перевищують п'яти [1,2]

Одними з перших, хто вивчав це питання, були Мелькумов Т.М. та Портнов Д.А. Вони експериментально довели, що зміна коефіцієнта надлишку повітря призводить до зміни індикаторного ккд. Всі дослідження виконувались на реальних двигунах [3].

Не зважаючи на великий об'єм експериментальних робіт, їх цінність знижується через те, що ефект отримувався при одночасному впливі всіх вищеназваних факторів. При цьому важко було відокремити фактори, які мають найбільший вплив на величину ККД індикаторного циклу. Це є недоліком проведених досліджень [1,4]

В даній роботі поставлена ціль запропонувати такий спосіб дослідження, при якому можна виявити вплив на ККД індикаторного циклу ізольовано для кожного фактору.

Таке дослідження повинно бути виконано реальним методом. Для цього необхідно виконати умову – зберегти незмінними якомога більшу кількість факторів для всіх варіантів дослідження. Така можливість є, якщо використовувати математичну модель відокремленого індикаторного циклу двигуна.

У зв'язку з цим розглядається питання відокремленого впливу коефіцієнта надлишку повітря на величину ККД індикаторного циклу. Ця робота може бути виконана за допомогою математичної моделі відокремленого індикаторного циклу, яка розроблена на кафедрі СМЕ ХФ НУК. Розрахункові дослідження проведено на прикладі для коефіцієнта надлишку повітря, тому що по цьому питанню є експериментальні дані. В якості об'єктів для дослідження прийнято декілька двигунів, технічні характеристики яких, наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Технічні характеристики двигунів, необхідні для дослідження

Марка двигуна	Діаметр циліндра $D_ц$, мм	Хід поршня, S, мм	Кількість циліндрів, i	Ефективна потужність, N_e, кВт	Питома витрата умовного палива,g_e, кг/(кВт·год)	Частота обертання колінчатого валу, n, $хв^{-1}$.
Wartsila L46/58F	460	580	6	7200	0,170	600
6ЧНСП18/22	180	220	6	441	0,208	1000
16ЧН26/26	260	260	16	2250	0,204	1000
16ЧН24/27 (Д70)	240	270	16	2200	0,216	1000
СМД14-А	120	140	4	58,8	0,218	1700

Розрахункове дослідження проводилось по наступній схемі.

1. Визначити тиск наддувного повітря на номінальному режимі роботи

$$p_к = 0{,}872 \cdot 10^{-4} \frac{g_e \cdot N_e \cdot \alpha \cdot T_к}{D_ц^2 \cdot S \cdot i \cdot z \cdot n \cdot \eta_н}, \; м,$$

де g_e – питома ефективна витрата палива, g_e, кг/(кВт·год);
N_e – ефективна потужність, кВт;
α – коефіцієнт надлишку повітря;
$D_ц$ – діаметр циліндра, мм;
S – хід поршня, мм;
n – частота обертання колінчатого валу, $хв^{-1}$;
i – кількість циліндрів;
z – коефіцієнт тактності;
$\eta_н$ – коефіцієнт наповнення циліндра.

При цьому розрахунковому дослідженні зберегти всі параметри та показники процесів постійними, крім коефіцієнта надлишку повітря.

2. За результатами розрахунків побудовані графічні залежності індикаторного ККД від коефіцієнта надлишку повітря для п'яти двигунів (рис. 1).

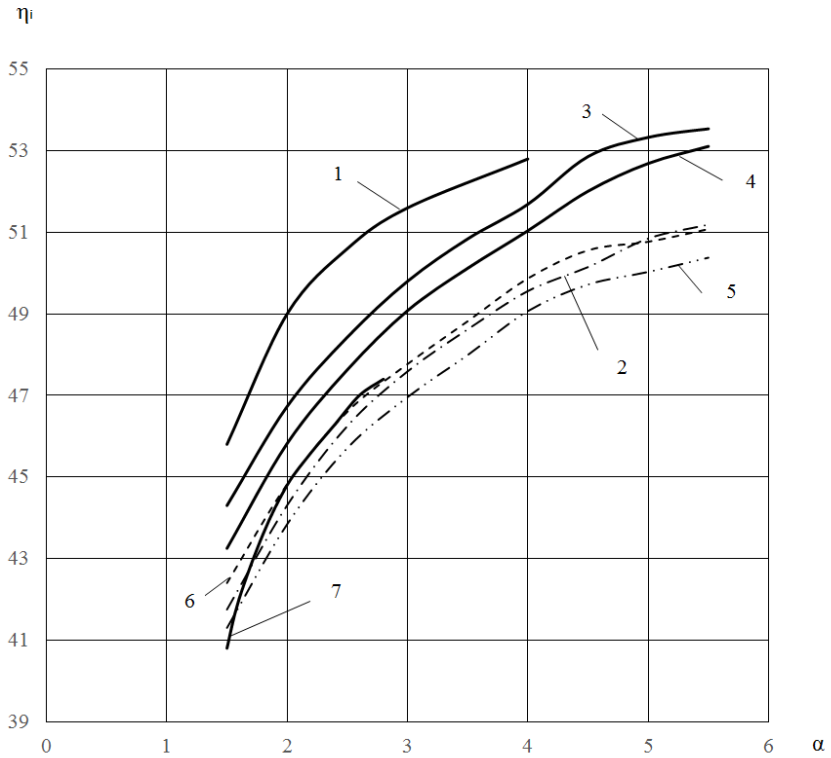


Рисунок 1. Залежність індикаторного ККД циклу η_i від коефіцієнту надлишку повітря α:
1 – результати при випробуванні двигуна СМД-14; 2 - результати, отримані при математичному моделюванні відокремленого індикаторного циклу для двигуна СМД-14; 3- результати, отримані при математичному моделюванні відокремленого індикаторного циклу для двигуна Wartsila L46/58F; 4 - результати, отримані при математичному моделюванні відокремленого індикаторного циклу для двигуна 6ЧНСП18/22; 5 - результати, отримані при математичному моделюванні відокремленого індикаторного циклу для двигуна 16ЧН24/27; 6 - результати, отримані при математичному моделюванні відокремленого індикаторного циклу для двигуна 16ЧН26/26; 7 - результати при випробуванні реального двигуна (№3, D = 180 мм, n = 1800 хв$^{-1}$).

Висновки.

1. Результати розрахункового дослідження за допомогою математичної моделі індикаторного циклу та експериментальні дані, отримані на реальних двигунах, практично співпадають, як за формою отриманих залежностей, так і за чисельними значеннями зміни індикаторного ККД. Це підтверджує правильність побудови математичної моделі.
2. Представлений спосіб розрахунків можна пропонувати для використання в інженерних розрахунках.
3. Цей метод розрахунків дозволяє отримувати рішення під час проектування для таких величин, які неможливо розрахувати за допомогою відомих розрахункових методів і за допомогою проведення експериментальних досліджень на стендах реальних двигунів.
4. Запропонований спосіб розрахунку дає можливість обґрунтовано призначати деякі параметри ще на стадії ескізного проектування.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Ваншейдт В.А.** Теория двигателей внутреннего сгорания / Ваншейдт В.А. - Л.: Государственное издательство судостроительной литературы, 1950.- 527 с.
2. **Дяченко В.Г.** Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія / Дяченко В.Г. – Харків НТУ «ХПІ», 2008, - 488 с.
3. **Портнов Д.А.** Быстроходные турбопоршневые двигатели с воспламенением от сжатия / Портнов Д.А. – М., Машгиз, 1963. – 342 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания / [Орлин А.С., Вырубов Д.Н., Ивин В.И., Круглов М.Г. и др.]; под ред. А.С. Орлина. – [3-е изд.]. – Москва: Машиностроение, 1971. – 399 с.

УДК 629.113

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СУЧАСНИХ СХЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСУ ЙОГО ЗГОРЯННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ІНДИКАТОРНОГО ККД ДВИГУНА

Мисько В'ячеслав Олександрович, старший викладач Херсонської філії НУК
Авдюнін Роман Юрійович, викладач Херсонської філії НУК,
roman021187@gmail.com

Удосконалення систем подачі палива високого тиску в циліндр сучасного суднового двигуна внутрішнього згоряння (СДВЗ) для найбільшої оптимізацією процесу згоряння. Оптимізація процесу згорання - шлях до підвищення економічних і поліпшення екологічних показників роботи СДВЗ.

В реальному циклі дизельного двигуна, з моменту початку подачі палива в циліндр відбуваються складні фізичні та хімічні процеси сумішоутворення і займання. Умовно все це розбивається на декілька фаз.

Перша фаза – охоплює проміжок часу від моменту фактичного надходження палива в циліндр до моменту займання та початком різкого нарощування тиску. Тривалість періоду затримки займання вимірюється в П.К.В. від 6° ÷ 20°, або в секундах 0,001 до 0,005 с, та має значний вплив на характер всього подальшого процесу згорання.

Друга фаза – відповідає періоду різкого нарощування тиску. Початком займання палива при положенні поршня в ВМТ та розповсюдження полум'я по всій камері згорання, при постійному об'ємі. Величина середньої швидкості нарощування тиску за всю другу фазу $W=\frac{dp}{d\varphi}$.

Третя фаза – відповідає періоду незначного підвищення тиску в циліндрі, характеризується найбільш інтенсивним протіканням процесу згорання та найбільшій швидкості виділення тепла $(\frac{dp}{d\varphi})_{max}$=const. Залежить від степені навантаження двигуна та структурних характеристик процесів впорскування впродовж всього процесу згоряння.

Четверта фаза – продовжується під час процесу розширення вона зовсім небажана. Але крім порушення нормальної роботи паливного обладнання, ця фаза може залежати від динаміки тиску ПНВТ, від характеристик паливних систем високого тиску.

Характеристики залежать від структурної схеми паливної системи ВТ.

1. Імпульсна подача палива (безпосередня). В двигунів з механічним управлінням залежить від характеру відкриття вихідного із ПНВТ клапану та швидкості відкриття клапану форсунки, об'єму трубопроводу, рівня тиску в системі високого тиску, кількості палива.
2. Подача палива з постійним тиском. Акумуляторна схема.
3. Подача палива багатоступінчата.

Вся подача палива під високим тиском до 2500 кГс/см^2 поділяється на три фази:

Перша фаза – задержка впорскування (від моменту початку подачі ПНВТ до моменту початку подачі форсункою).

Фактично початок подачі ПНВТ це стиснення циклової подачі до моменту підняття вихідного клапану. Перша фаза залежить від геометричних характеристик трубопроводу високого тиску та кількості рідини в ньому.

Перша фаза обумовлена швидкістю імпульсу тиску від насосу до форсунки, деформацією трубопроводу від тиску та степінню стиснення рідини.

Швидкість імпульсу тиску може досягти 1450 м/с.

Друга фаза активного впорскування під час цієї фази в циліндр подається основна частина циклової подачі палива. Тривалість другої фази залежить від навантаження двигуна.

Якість подачі в другій фазі залежить від профілю кулачка або конструкції гідровузла. **Третя фаза** – вільна подача (без ПНВТ) під залишковим тиском.

Залежить від стиснутого палива та пружності трубопроводу високого тиску.

Третя фаза є теж небажаною. Вона може тривати від 2° до 8° П.К.В.

- Залежить від кількості палива в системі подачі до форсунки, пружності пружин або гідровузлів запору.
- Негативним фактором є те що ввесь процес вільної подачі приводить до порушення якості розпилу, закоксовування соплових отворів форсунок та нагарних явищ в самому циліндрі в випускному тракті до ГТН.

Третя фаза присутня у всіх трьох структурних схемах паливних систем високого тиску.

Тільки там де електроклапан подачі палива установлений прямо перед форсункою, там це явище носить задовільний характер. В схемі двигуна Зульцер RT-flex в ступінчатій паливоподачі форсунки через кожні 20 хвилин по черзі відключаються для вигорання нагару та зменшення теплової напруги в циліндрі.

На організацію якісного сумішоутворення в сучасній експлуатації впливають:

- Високотехнологічні досягнення в виготовленні прецензійних пар, які можуть забезпечити тиск до 2500 кГс/см$^{2.}$
- Якісні показники матеріалів паливного обладнання (суперстеліти)
- Якісні показники палив, які використовуються в експлуатації.
- Якісна експлуатація паливного обладнання.

Висновки:

1. Якщо не збалансувати ці фази подачі палива та фази згорання то значна частина повітряного заряду в силу нерівномірного розподілення палива по об'єкту камери згорання не буде брати участь в процесі.
2. Наявність попереднього впорскування створює умови для більш повного згоряння, займання основної маси палива відбувається практично миттєво, забезпечує плавне наростання тиску в камері згорання.
3. Управління мікропроцесором (Блоком електронного управління БЕУ) на який поступають сигнали від встановлених датчиків обертів колінчатого валу, положень мертвих точок, тиску наддуву, тиску палива, тиску та температури мала. Тиск наддуву збалансовується з порцією впорскнутого палива. Це дає не тільки оптимізацію процесу згоряння, а й значно покращує екологічні показники газоподібних викидів.

УДК 621.313.322

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА СЕТЬ БЕСКОНЕЧНОЙ МОЩНОСТИ

Пальчиков Олег Олегович
ole2012hulk@gmail.com
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

При стоянке судна в порту иногда экономически целесообразно поставлять вырабатываемую синхронными генераторами электроэнергию в сеть. Данный случай является классической задачей динамики изменения генерируемой синхронным генератором активной мощности в электрическую сеть бесконечной мощности при неизменных напряжении и частоте в узле подключения генератора. Математические модели синхронного генератора и поршневого двигателя внутреннего сгорания на основе линеаризованных дифференциальных уравнений приведены в [1] и [2] соответственно.

Целью работы является исследование динамики набора нагрузки дизель-генераторным агрегатом с холостого хода и номинальной частоты вращения до номинального значения при работе на сеть бесконечной мощности.

В разработанную математическую модель входят следующие уравнения:

$$\frac{d\left(\frac{J_\Sigma \omega}{2}\right)}{dt} = N - P;$$

$$N = hN_n\left(0{,}87\frac{\omega}{\omega_n} + 1{,}13\frac{\omega^2}{\omega_n^2} - 1\frac{\omega^3}{\omega_n^3}\right);$$

$$P = P_S + P_{SP} + P_A + P_{MG};$$

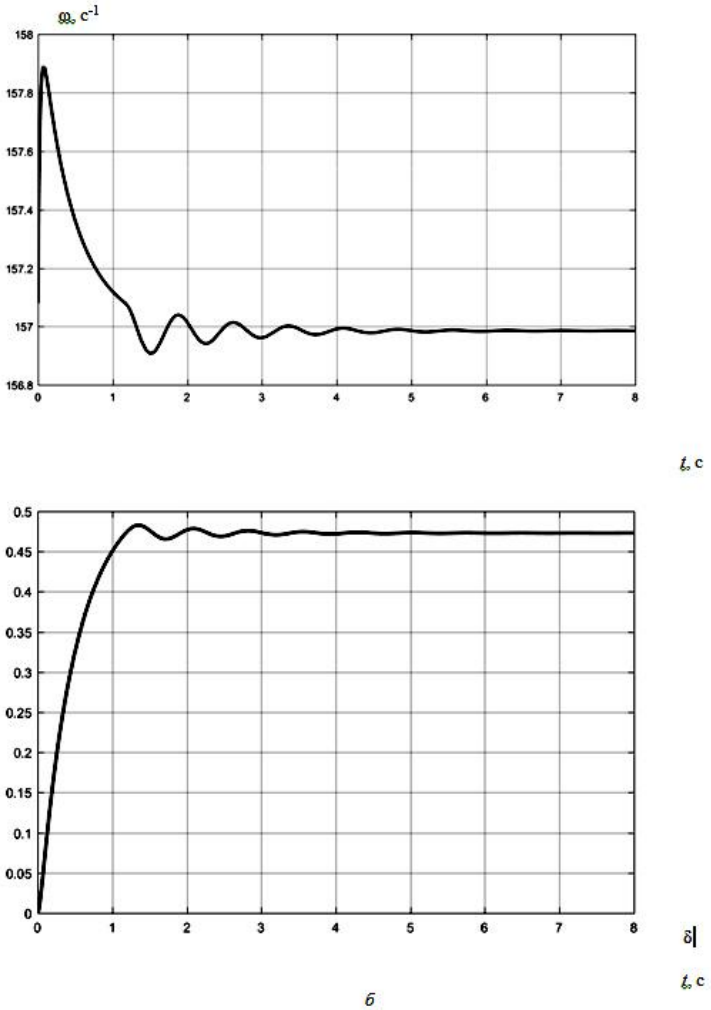
$$P_S = \frac{P_n}{cos\varphi_n}\left(\frac{E_{d*}}{x_{d*}}\right)sin\delta;$$

$$P_{SP} = \frac{P_n}{2\cos\phi_n}\left(\frac{1}{x_{q*}} - \frac{1}{x_{d*}}\right)\sin(2\delta);$$

$$P_A = \frac{P_n}{cos\varphi_n}\left(\frac{x'_{d*} - x''_{d*}}{x'_{d*}x''_{d*}}T''_d\,sin^2\,\delta + \frac{x_{q*} - x''_{q*}}{x_{q*}x''_{q*}}T''_q cos^2\,\delta\right)\frac{d\delta}{dt};$$

$$\frac{d\delta}{dt} = \omega - \omega_n,$$

где J_Σ – суммарный момент инерции движущихся частей агрегата; ω и ω_n – текущая и номинальная угловые скорости вращения ротора генератора соответственно; N и N_n – текущая (определяется по эмпирической формуле [3]) и номинальная полезные мощности дизеля соответственно; P и P_n – текущая и номинальная мощности, передаваемые генератору соответственно, при допущении об отсутствии активных потерь мощности в обмотках генератора, равняются соответственным мощностям, генерируемым агрегатом в сеть; P_S – синхронная мощность генератора [4, 5]; P_{SP} – синхронная мощность явнополюсности [4, 5]; P_A – асинхронная мощность синхронного генератора [5]; P_{MG} – механические потери синхронного генератора; δ – угол между вектором электродвижущей силы (ЭДС) генератора за продольным синхронным реактивным сопротивлением и вектором напряжения электроэнергетической системы бесконечной мощности (угол нагрузки); h – относительное положение рейки топливного насоса дизеля; $\cos\varphi_n$ – номинальный коэффициент мощности нагрузки; E_{d_*} – ЭДС обмотки статора генератора, наведенная продольным магнитным потоком, в относительных единицах; x_{d_*}, x'_{d_*} и x''_{d_*}– синхронное, переходное и сверхпереходное индуктивные сопротивления обмотки статора по продольной оси в относительных единицах соответственно; x_{q_*} и x''_{q_*}– синхронное и сверхпереходное индуктивные сопротивления обмотки статора по поперечной оси в относительных единицах соответственно; T''_d – постоянная времени при короткозамкнутых обмотке возбуждения и статора; T''_q – постоянная времени демпферной обмотки по поперечной оси при короткозамкнутой обмотке статора.



б

Рисунок. Изменение частоты вращения ротора (*а*) и угла нагрузки (*б*) синхронного генератора при ступенчатом изменении относительного положения рейки топливного насоса дизеля

Начальными условиями является то, что дизель покрывает механические потери синхронного генератора, работающего на холостом ходу и номинальной частоте вращения. В приведенной модели для придания устойчивости процессу набора активной мощности введена жесткая обратная связь по отклонению частоты вращения вала дизеля. Данная математическая модель не учитывает потери синхронного генератора на активных сопротивлениях, а также насыщение магнитной цепи генератора. Электромагнитные процессы в обмотках синхронного генератора протекают быстрее, чем механические, следовательно, их

можно исключить из рассмотрения. Принимается, что ЭДС обмотки статора за продольным синхронным реактивным сопротивлением при изменении режима генерации активной мощности поддерживается неизменной вследствие быстродействующего автоматического регулятора возбуждения. Тепловые процессы не учитываются вследствие несоизмеримо больших постоянных времени по сравнению с механическими процессами (например, постоянная времени нагрева дизеля составляет 100 с [2]).

Пример результата расчета динамики набора нагрузки дизель-генераторного агрегата марки GEP400-3 [6] со следующими параметрами: P_n = 280 кВт; cosφ_n = 0,8; δ_0 = 0; E_{d_*} = 4,5; x_{d_*} = 3,216; x_{q_*} = 1,398; x'_{d_*} = 0,185; x''_{d_*} = 0,13; x''_{q_*} = 0,109; T''_d = 0,0133 с; T''_q = 0,007 с; J_Σ = 45,6 кг·м^2; P_{MG} = 2,5 кВт; ω_n = 157,08 с$^{-1}$ на основе разработанной математической модели приведен на рисунке.

В качестве входного воздействия принимается ступенчатое изменение относительного положения рейки топливного насоса дизеля от положения обеспечивающего компенсацию механических потерь синхронного генератора до номинального значения h_n = 1. Возможное превышение уровня входного воздействия относительно максимального уровня вследствие действия обратной связи в математической модели устраняется блоком насыщения.

ВЫВОД. На основе предложенной модели время набора нагрузки синхронным генератором составило 8 с. Угол нагрузки δ составил 27,1°. Погрешность частоты вращения ротора генератора составила 0,06 %, что отвечает требованиям по отклонению частоты генераторов, работающих в крупной электроэнергетической системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев, О.П.** Автоматика электроэнергетических систем [Текст] / О.П. Алексеев, В.Е. Казанский, В.Л. Козис и др.; Под ред. В.Л. Козиса. – М.: Энергоиздат, 1981. – 480 с.
2. **Марков, В.А.** Анализ комплексной системы автоматического регулирования частоты вращения вала дизельного двигателя и температуры охлаждающей жидкости [Электронный ресурс] / В.А. Марков, С.Н. Девянин, Л.Л. Михальский. – *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 5. URL: http://engjournal.ru/catalog/machin/criogen/724.html.
3. **Ковылов, Ю.Л.** Теория рабочих процессов и моделирование процессов ДВС: учеб. [Текст] / Ю.Л. Ковылов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. – 416 с.
4. **Гольдберг, О.Д.** Проектирование электрических машин: Учебник для втузов [Текст] / О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко; под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Высш. шк., 1984. – 431 с.
5. **Маркович, И.М.** Режимы энергетических систем [Текст] / И.М. Маркович. – М.: Энергия, 1969. – 372 с.
6. Дизельная генераторная установка GEP 400-3 Olimpian (Caterpillar) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zeppelin.ua/upload/drives/olympian/gensets/GEP%20400-3_LRHF0038-00.pdf. – 2010, США.

УДК 621.436.05.018.7:629.5

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОПОДІБНИХ ПАЛИВ У СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

Пирисунько Максим Андрійович – викладач;
Макогончук Владислав Олегович – магістрант;
Олареско Олексій Юрійович - магістрант

Суднові енергетичні установки різних типів, є одними з основних споживачів палива нафтового походження, запаси яких в окремих регіонах світу досить обмежені і вичерпуються досить швидко. За прогнозами західних фахівців, запасів нафти, з врахуванням її запасів на Близькому Сході, вистачить на 50-60 років. Різко загострюються проблеми, пов'язані з екологією, які набувають все більшого значення, виходячи на перше місце.

Згідно з Додатоком VI Міжнародної Конвенції із запобігання забруднення з суден (MARPOL 73/78) відбувається планомірне посилення вимог до змісту оксидів сірки, азоту та вуглецю, а також твердих частинок у викидах морських суден. Вимоги Додатка VI MARPOL 73/78 до вмісту сірки в паливі зображено на рис. 1.

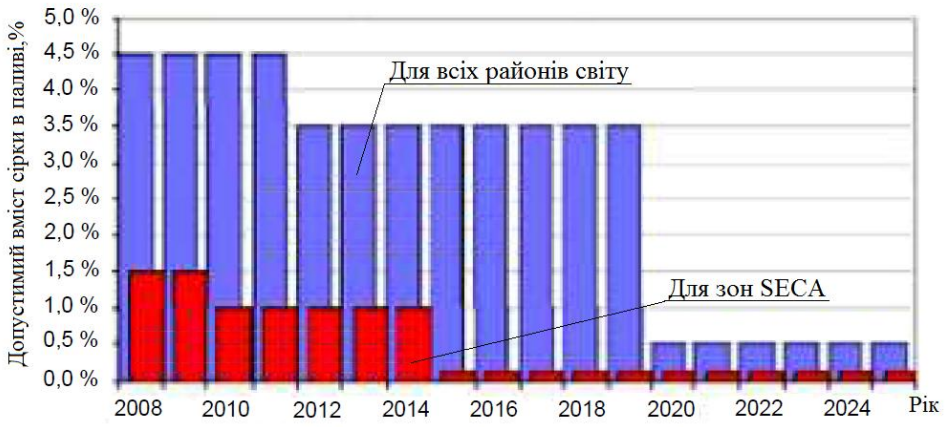


Рис. 1. Вимоги Додатка VI MARPOL 73/78 до вмісту сірки в паливі

Згідно з пунктом “Обмеження на викиди NOx”, з січня 2016 р. усі нові судна повинні відповідати стандартам рівня III, які передбачають зниження викидів на 80 % в порівнянні зі стандартами рівня I, для експлуатації в зонах, позначених як зони контролю викидів NOx (рис. 2).

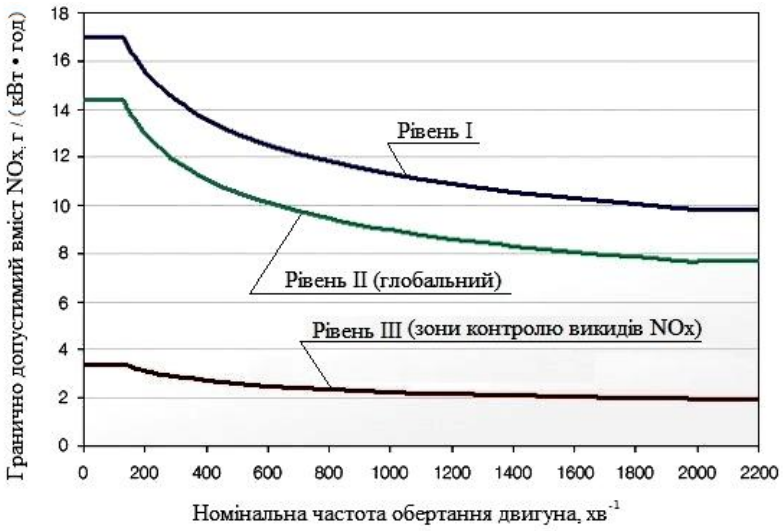


Рисунок 2. Вимоги Додатка VI MARPOL 73/78 до вмісту сірки в паливі NOx

Найбільш жорсткі вимоги встановлюються для районів контролю викидів (Sox Emission Control Areas - SECA), до числа яких відносяться Балтійське і Північне моря, прибережні води США і Канади, Карибське море, Середземне море, узбережжя Японії, Малаккська протока і ін.

Компенсувати очікуваний дефіцит моторних палив вдасться головним чином за рахунок використання альтернативних видів палива, і в першу чергу компримованого природного газу, на 90% складається з метану. Вважається, що природних ресурсів цього пального вистачить більш ніж на 100 років.

Газоподібні палива - один з головних резервів моторних палив на перспективу для використання в промисловості та на транспортних судах. Їх запаси є в досить великих кількостях. Основним видом газового палива є природні гази, які видобуваються з газових родовищ або одночасно з нафтою.

Переваги природних газів в порівнянні з іншими енергетичними сировинними ресурсами обумовлені: відсутністю зольних компонентів і сірки, що знижує знос і збільшує термін служби двигунів; хороші моторні властивості деяких газів; кращі екологічні характеристики; позитивний досвід застосування газових і газодизельних двигунів на судах в багатьох країнах; відносна дешевизна, особливо в районах видобутку і газових магістралей; економічною вигодою при їх виробництві і транспортуванні, а також в більшої ефективності та зручності використання природного газу в різних енергетичних установках. Відпадає необхідність в попередній підготовці і очищенні газу. Пристрої подачі, дозування і змішування газу з повітрям дуже прості.

До недоліків слід віднести малу концентрацію енергії в одиниці об'єму та специфіку транспортування і зберігання. Концентрація енергії в одиниці об'єму природного газу при атмосферному тиску в 800 ... 1000 разів менше, ніж в одиниці об'єму рідкого нафтового палива, що вимагає спеціальної організації його

транспортування, зберігання на судні, систем підготовки і подачі, модернізації паливної апаратури і обліку зміни показників процесу згоряння.

Основними компонентами зріджених нафтових газів є пропан і бутан. Крім цих газів міститься етан і пропілен. Природний газ складається головним чином з метану. Склад газу для різних родовищ неоднаковий і в середньому характеризується такими цифрами: метану - 85-90%, етану - 1-8%, пропану-бутану - 0,5-3,0%, пентану до 0,5-2,0% , азоту 0,5-0,7% і діоксиду вуглецю до 1,8%.

В даний час широке поширення знайшли природні гази застосовуються в якості палива для суднових дизелів. Існують різні способи використання газів в 4-х тактних двигунах. Розроблено різні конструкції, пристрої, способи сумішоутворення, запалення.

Досвід експлуатації показує, що при роботі на природному газі термін служби двигуна зростає. Це пов'язано з наступним:

1) при оптимальному складі робочої газової суміші процес згоряння суміші в циліндрі двигуна протікає з малою швидкістю наростання тиску;

2) при роботі на газі не виникає нагароутворення на деталях циліндропоршневої групи;

3) в природному газі відсутні абразивні і сірчисті з'єднання;

4) відсутній безпосередній вплив палива на властивості мастила, що подається на стінки циліндра.

В даний час будуються газові танкери - судна для перевезення зрідженого природного газу при низькій температурі (162 °С). Новим і перспективним напрямком застосування газових двигунів є їх установка в якості головних і допоміжних двигунів на танкерах. При цьому газ, що перевозиться може бути використаний як паливо для газових двигунів судна.

Поряд з природним газом може отримати застосування зріджений газ, який є продуктом переробки нафти. З усіх зріджених газів найбільш придатні в якості палива для суднових двигунів бутан і пропан, завдяки їх високій теплоті згоряння, хорошій стабільності і невеликий пружності насичених парів. Невисока пружність парів цієї суміші дозволяє застосовувати для її зберігання відносно легкі балони та цистерни, розраховані на робочий тиск до 1,6 МПа.

Низька вартість природного та зрідженого газів, підвищений моторесурс газового двигуна служать техніко-економічними передумовами застосування горючих газів в якості палива для суднових дизелів. При переведенні дизеля на газоподібне паливо виникає необхідність з'ясувати можливість стабілізації параметрів його робочого циклу, потужності і економічності. У зв'язку з цим розглянемо особливості роботи подачі палива газового двигуна.

Робоча суміш у газових двигунах створюється шляхом змішування газу з повітрям в газових змішувачах до надходження суміші в циліндр двигуна або безпосередньо в циліндрі двигуна. Поступила в циліндр суміш газу з повітрям стискається, причому значення параметрів кінця стиснення залежать від способу займання суміші. У газових двигунах застосовують займання суміші від стороннього джерела, яким є електрична іскра або рідке запальне паливо.

Робота двигунів із запалюванням газової суміші рідким запальним паливом, або, як їх називають, газорідинні двигуни, може бути заснована на одному з двох принципів. У першому випадку циліндр заповнюється повітрям, необхідним для горіння газу, а газ в стислому стані вдувається в циліндр через форсунку в кінці такту стиснення в суміші з рідким запальним паливом. Рідке паливо в середовищі стисненого нагрітого повітря самозаймається і запалює газ. Даний спосіб може бути ефективним при роботі двигуна на газах з високою теплотою згоряння, а подача газу здійснюється під високим тиском. Перевагою даного принципу є те, що зберігається такий же термічний ККД і потужність двигуна як при згорянні рідкого палива, а газ не приймає участі в процесі стиснення. Це повністю усуває ризик детонації, яка є обмежуючим фактором для підвищення середнього ефективного тиску для двигунів з використанням системи подачі газу під низьким тиском, тобто по другому принципу.

Однак в першому варіанті ускладнюється і дорожчає схема подачі палива, так як необхідна установка компресора для стиснення газу, ємність для накопичення газу під високим тиском і необхідні заходи, що запобігають протікання газу і вибух його при стисненні в компресорі.

У другому випадку, в циліндр двигуна надходить газова суміш, потім вона стискається за хід стиснення до температури, при якій впорснуте в циліндр в невеликій кількості рідке паливо самозаймається. Горіння початкових і наступних крапель палива викликає запалення газової суміші.

Важливим експлуатаційним перевагою роботи дизеля по газорідинного циклу є те, що подає система рідкого палива залишається без змін, тому дизель в разі необхідності може працювати тільки на рідкому паливі.

Добавка до скрапленого газу дизельного палива - в кількості 10 ~ 15% за вагою дозволяє отримати необхідний ефект перед полум’яних реакцій і скоротити період затримки займання робочої суміші.

Висновок. Використання в якості палива газів різних властивостей, складу і теплотехнічні властивості яких можуть змінюються в часі, робить складним організацію економічного та екологічно безпечного його спалювання стандартними засобами.

Список літератури:

1. **Лиханов В. А.** Природный газ как моторное топливо для тракторных дизелей. – Киров: ГИПП «Вятка», 2002. – 277 с.
2. **Vestergren, R.,** "Single-digit NOx Emissions for Cruise Vessels", Wartsila NSD Marine News, 1999.
3. **Федорова Е.Б.** Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. - Монография. — М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011. — 159 с.

УДК 621.432

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

Пирисунько Максим Андрійович – викладач;
Чабан Георгій Андрійович - магістрант;
Проценко Віталій Валерійович - магістрант

До важливих проблеми суднової енергетики слід віднести ефективне використання палива в теплових двигунах і зниження викидів з відпрацьованих газів. На вирішення цих проблем спрямовані нормативно-правові заходи, удосконалення робочих процесів теплових двигунів, модернізація їх основних систем, удосконалення процесу експлуатації енергетичних установок.

Використання вторинних енергетичних ресурсів - одне з перспективних напрямків підвищення енергетичної ефективності установок з тепловими двигунами.

Використання таких пристроїв утилізації вторинних енергетичних джерел, як парові утилізаційні турбіни та теплові насоси, дозволяє підвищити коефіцієнт використання палива на 3 - 9%.

При переведенні теплових двигунів на газове паливо з'являються додаткові можливості підвищення їх енергоефективності за рахунок використання механічної енергії палива та хладопотенціалу газового палива.

Вибір методів підвищення енергетичної ефективності повинен бути зв'язаний з наявністю потреб конкретного енергетичного об'єкта в додатковій механічній енергії та теплоти.

Техніко-економічний ефект використання вторинних енергоресурсів на судах багато в чому визначається схемою утилізації теплоти.

Теплота відпрацьованих газів дизельних і газотурбінних установок може використовуватися в системах малої (звичайної) утилізації теплоти (СМУТ) і системах глибокої утилізації теплоти (СГУТ).

Системи малої утилізації теплоти забезпечують потреби підігріву вантажу, що перевозиться, технологічні потреби в парі, опалення приміщень, постачання теплотою господарсько-побутових споживачів, отримання холоду для кондиціонерів та інших суднових потреб. У газотурбінних установках, крім того можлива регенерація теплоти відпрацьованих газів, тобто підігрів повітря перед камерою згоряння. Таким чином, СМУТ в ходовому режимі судна заміщають допоміжний котел.

Системи глибокої утилізації теплоти можуть крім перерахованих вище потреб, забезпечувати постачання судна електричної і механічної видами енергії.

Вони дозволяють в ходовому режимі повністю або частково заміщати допоміжний котел утилізаційним, дизель-генератор - утилізаційним турбогенератором, а також частково головний двигун утилізаційної ходової турбіною, забезпечувати роботу допоміжних механізмів з паровим приводом.

Використання теплоти охолоджуючої води головних і допоміжних двигунів можливо в вакуумних випарниках, теплових насосах, підігрівачах побутової води, фреонових турбогенераторах. Теплота води систем високотемпературного охолодження може також використовуватися в утилізаційних холодильних установках, підігрівачах живильної води.

Високі ціни на нафтове паливо обумовлюють вимоги максимального використання вторинних енергоресурсів, а отже, застосування конструктивно складних і дорогих СГУТ. У той же час безвахтове обслуговування СЕУ вимагає застосування відносно простих і надійних систем утилізації, що легкі в керуванні і обслуговувані.

На сучасних судах використовуються системи утилізації вторинних енергоресурсів, що мають різні конструктивні рішення, теплотехнічні характеристики, рівні надійності і засоби автоматизації.

Система глибокої утилізації теплоти включає в себе утилізаційні котли з більш розвиненою поверхнею нагріву, що зазвичай мають економайзери і пароперегрівачі, а також підігрівники живильної води, що забезпечують більш високі паропродуктивність і параметри пара.

У світовій практиці суднобудування зустрічаються складні двоконтурні СГУТ, в яких пар підвищеного тиску використовується в утилізаційному турбогенераторі і ежекторі, а пар з котла низького тиску, що гріє середовищем якого є прокачується через нього вода з парового сепаратора направляється до решти споживачів. Практично всі сучасні великотоннажні судна з дизельними установками обладнані системами утилізації теплоти забезпечують економію палива до 7-8 %. Однак рівень утилізації теплоти відпрацьованих газів нижче технічно досяжного. Це пояснюється обмеженою потребою суднового теплообмінного обладнання в теплоті при потужності дизельної установки до 6000-8000 кВт, при цьому наявного надлишку теплової енергії не достатньо для забезпечення утилізаційного турбогенератора.

Широкому поширенню СГУТ перешкоджає ряд факторів: зростання енергоозброєності суден, випереджаючи можливості СГУТ при застосуванні простих і надійних схем систем утилізації теплоти; експлуатація головних двигунів з навантаженнями нижче номінальної, що зменшує потужність УТГ на 25-30 %; небажаність ускладнення систем утилізації теплоти з позиції використання комплексної автоматизації; використання більш економічних двигунів, у яких розташовується теплота відпрацьованих газів зменшується, а розташовується теплота системи охолодження надувного повітря збільшується.

У суднових газотурбінних установках температура відпрацьованих газів залежить від її типу, схеми, параметрів газу, ККД компресора і турбін.

Теплота відпрацьованих газів газотурбінної установки може використовуватися для підігріву повітря перед камерою згоряння (регенерації), охолодження повітря перед компресором, виробництва пара в утилізаційному котлі з подальшим використанням його енергії для отримання додаткової потужності в утилізаційної ходової турбіні, утилізаційному турбогенераторі, газотурбінному двигуні, а так само для споживачів загальносуднового призначення.

У ряді випадків вторинні енергетичні ресурси систем охолодження теплового двигуна виявляються доцільним використовувати не для отримання електричної енергії, а для потреб теплофікації, наприклад, в системах підігріву вантажу на судах, замінюючи автономні котли, призначені для забезпечення цих систем. При цьому необхідно підібрати температурний рівень теплоти, витягнутий з системи охолодження, що і може бути забезпечено тепловими насосами.

Висновок. При виборі пристроїв та методів використання вторинних енергетичних ресурсів теплових двигунів необхідно перш за все орієнтуватися на потенційного споживача теплової, механічної або електричної енергії та вибрати методи, що дозволяють отримати найбільш спожитий у конкретній установці вид енергії.

Список літератури:

1. **Безюков О. К.** Энергосбережение: энергетическая эффективность водного транспорта: монография. / О. К. Безюков, В. Л. Ерофеев, Е. В. Ерофеева, А. С. Пряхин. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2016. — 284 с.

2. **Коршунов Л.П.** Утилизация тепла на судах флота рыбной промышленности. М: Легкая и пищевая промышленность, 1983,- 232 с.

3. **Селиверстов В.М.** Утилизация тепла в судовых дизельных установках Л.: Судостроение, 1973,- 251 с.

4. **Маслов В.В.** Утилизация теплоты судовых дизелей. М.: Транспорт, 1990. -142 с.

УДК 504.06:621.431.74

АНАЛИЗ СХЕМ И ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Пирисунько Максим Андрійович – викладач,
Брюхно Вадим Григорович – магістрант,
Горпинич Денис Юрійович – магістрант

Влияние вредных выбросов судовых дизелей на глобальное экологическое состояние воздушного бассейна является ограниченным и оценивается в 5-7% от общего количества выбросов вредных веществ стационарными энергетическими установками и сухопутными транспортными средствами. Однако из-за относительно большой агрегатной мощности судовые дизели могут быть основными источниками загрязнения атмосферы в таких локальных зонах как порты, водные акватории рек, особенно на территории городов. Поэтому решение проблемы токсичности выпускных газов судовыми двигателями регламентируется требованиями международной морской организации IMO.

Перепуск части отработавших газов позволяет изменить химический состав заряда, снизить содержание свободного кислорода в камере сгорания. Продуктивность использования способа рециркуляции

отработавших газов объясняется тем, что в отработавших газах всегда есть такие компоненты, как пары воды и двуокись углерода. Они имеют высокие удельные значения теплоёмкости, что приводит к уменьшению температуры пламени внутри камеры сгорания и тем самым снижают оксиды азота. Применение до 10% рециркуляции отработавших газов может снизить содержание в газе оксидов азота приблизительно на 30% без существенного снижения расхода топлива, хотя дымность несколько возрастает (на 5... 10%).

Для судовых главных малооборотных двигателей, сжигающих тяжёлое топливо (мазут), система рециркуляции отработавших газов может стать довольно сложной из-за необходимости очистки рециркуляционных отработавших газов от вредных шламов и серы, а также необходимости поддержания давления в выхлопном коллекторе ниже, чем во впускном коллекторе для обеспечения продувки цилиндра. На рисунке 1 показана такая система.

Системы рециркуляции отработавших газов включает в себя следующие основные компоненты:

- Скруббер высокого давления для очистки части отработанных газов, которые отбираются для рециркуляции до турбокомпрессора двигателя;
- Охладитель для дальнейшего снижения температуры циркуляционного газа;
- Влагоотделитель;
- Нагнетатель высокого давления, для увеличения давления рециркуляционного газа перед возвращением в продувку двигателя;
- Автоматизированные клапаны регулирующие работу системы;
- Система дозирования гидроксида натрия NaOH и блок очистки воды.

Система управления контролирует количество рециркуляции отработавших газов, давление продувочного воздуха, дозирование гидроксида натрия NaOH, очистку циркуляционной воды и сброс очищенной воды.

Скрубберная очистка может осуществляться забортной или пресной водой. При очистке забортной водой, что является основным режимом работы, забортная вода пропускается через скруббер один раз и сбрасывается в море. Для главного двигателя мощностью в 20 МВт, необходимо обеспечивать расход забортной воды 900 $м^3$/ч, что составляет около 1 % максимального расхода топлива.

При очистке пресной водой, используемой в районах, где сброс запрещён, около 99% воды используется повторно после её очистки. Когда пресная вода проходит через скруббер, она насыщается оксидом серы SO_2 в выхлопных газах.

Чтобы нейтрализовать этот оксид используется система дозирования гидроксида натрия NaOH. Буферная ёмкость обеспечивает постоянный поток воды в скруббер. Блок очистки воды (БОВ) используется для удаления твёрдых частиц, которое остаются в скрубберной воде. Твёрдые частицы сбрасываются в виде концентрированного шлама в отстойники на судне. Блок очистки воды предназначен для очистки воды скруббера, после чего она может быть сброшена в открытое море в соответствии с критериями IMO для скрубберных вод.

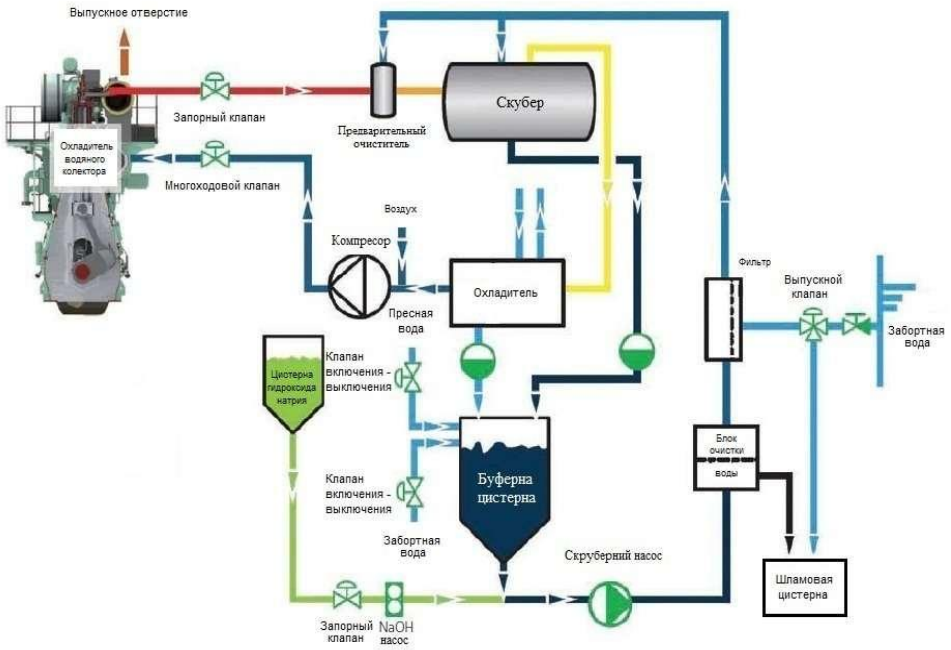


Рисунок 1. Система рециркуляции отработавших газов судовых МОД

Максимальный расход пресной воды через скруббер составляет 200 $м^3$/ч, при максимально длительной нагрузке дизеля. Поскольку это состовляет около 20 % от потока, необходимого для очистки морской воды, в результате чего будет уменьшаться расход топлива. Тем не менее, для нейтрализации окислённых скруберрных вод, гидроксид натрия NaOH не требуется. При работе на тяжёлом топливе с 3% содержанием серы, потребуется максимальное потребление гидроксида натрия NaOH, около 10-12 кг/(МВт·ч). Так как очистка пресной воды используется только во время стоянки в порту или при прибрежном плавании, мощность главного двигателя будет низкой и время плавания будет не большим, будет уменьшаться дальнейшее потребление гидроксида натрия NaOH. Прибытие в порт составляет не более двух часов и 2-3 МВт мощности двигателя, при этом общее потребление гидроксида натрия NaOH составляет около 50 кг.

Висновки: рециркуляція відпрацьованих газів знижує температуру згоряння, тим самим знижуючи викиди NO_X. Вона знижує температуру згоряння за рахунок збільшення питомої теплоємкості газів в циліндрі та зниження загальної концентрації кисню. Рециркуляція відпрацьованих газів дозволяє різко скоротити викид до атмосфери шкідливих речовин за рахунок мінімального погіршення енергетичної ефективності двигуна.

Список літератури:

1. **Филиппов А.З.** Токсичность отработавших газов тепловых двигателей. – Киев; Вища школа, 1990. – 160 с.

2. **Гладков С.А., Лерман Е.Ю.** Создание малотоксичных дизелей морских судов. – Л.: Судостроение, 1990. – 180 с.

3. **Куценко Е.В.** Разработка метода очистки газов от оксидов азота с использованием продуктов термического разложения твердого карбамида: Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н. – М., 2004.

УДК 621.182.12: 536.24

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ФАКЕЛУ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ СПЕКЛ-ІНТЕРОФЕРОМЕТРІЇ (ESPI)

Шаповалов Ю. О. доцент, канд. тех. наук, Семенов М.М. доцент.
mykola.semenov@nuos.edu.ua
Україна, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Вступ та актуальність: При моделюванні процесів горіння нерідко виникає необхідність у визначенні поля температур. Традиційні методи експериментального дослідження процесів горіння припускають застосування великої кількості термопар для визначення полів температур в полум'ї. До того ж термопара визначає температуру не в конкретній точці простору, а в деякій області, радіусом порядку десяти діаметрів термопари. Крім того, при використанні термопарного методу потрібно враховувати властивість інерційності і стік тепла по вільним кінцям. Сучасним, зручним та ефективним методом реєстрації процесу горіння може бути метод, заснований на використанні спекл-інтерферометрії, відомий як ESPI (Electronic Speckle Pattern Interferometry) [1-3]. Цей підхід близький до методів цифрової голографії, але більш простий та володіє більшою універсальністю і легко модифікується стосовно конкретних характеристик досліджуваних об'єктів [3]. Висока чутливість до фази оптичного випромінювання робить його надзвичайно корисним при дослідженні форми і руху середовищ. Перераховані якості говорять про перспективність застосування ESPI методу для дослідження макроскопічних динамічних об'єктів, зокрема, оптично щільного полум'я.

Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є розробка удосконаленої методики оптичного дослідження полум’я, яка, зберігаючи інформативність голографічної інтерферометрії, відрізняється зручністю і доступністю у використанні.

Для досягнення сформульованої мети було поставлено наступне завдання:

- розробити методику реалізації ESPI підходу для дослідження оптично щільного полум'я стаціонарного горіння;

Опис методики вимірювань:

Принципова оптична схема установки для дослідження об'єктів методом електронної кореляційної спекл-інтерферометрії представлена на рис. 1., результати досліджень - на рис.2

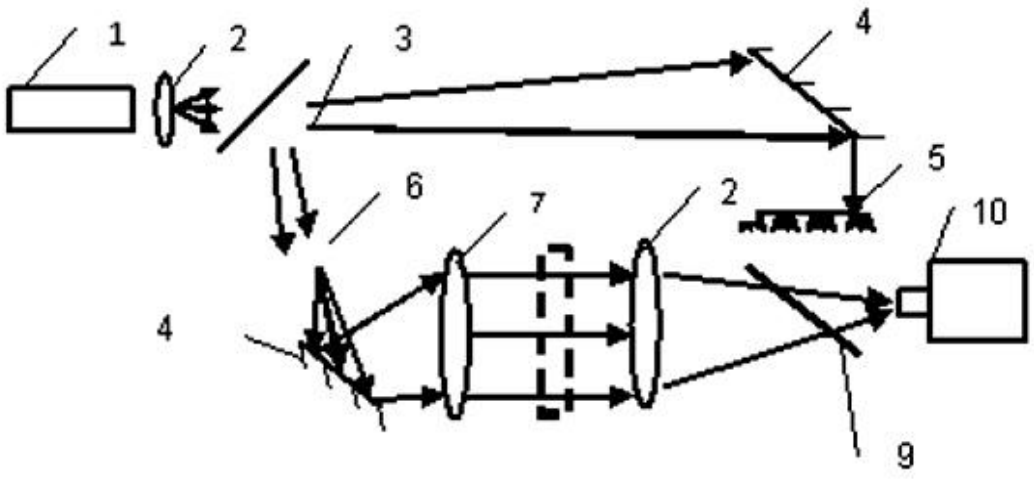


Рис.1 Схема установки

1 - світлодіодний лазер, 2 - збираюча лінза, 3 світлорозділяючий клин, 4 - плоске дзеркало, 5 - дифузний розсіювач, 6 – лінза розсіювальна, 7 - коліміруюча лінза, 8 - об'єкт дослідження, 9 - 50% світлоділитель, 10 - кінокамера, що проектує зображення на комп'ютер.

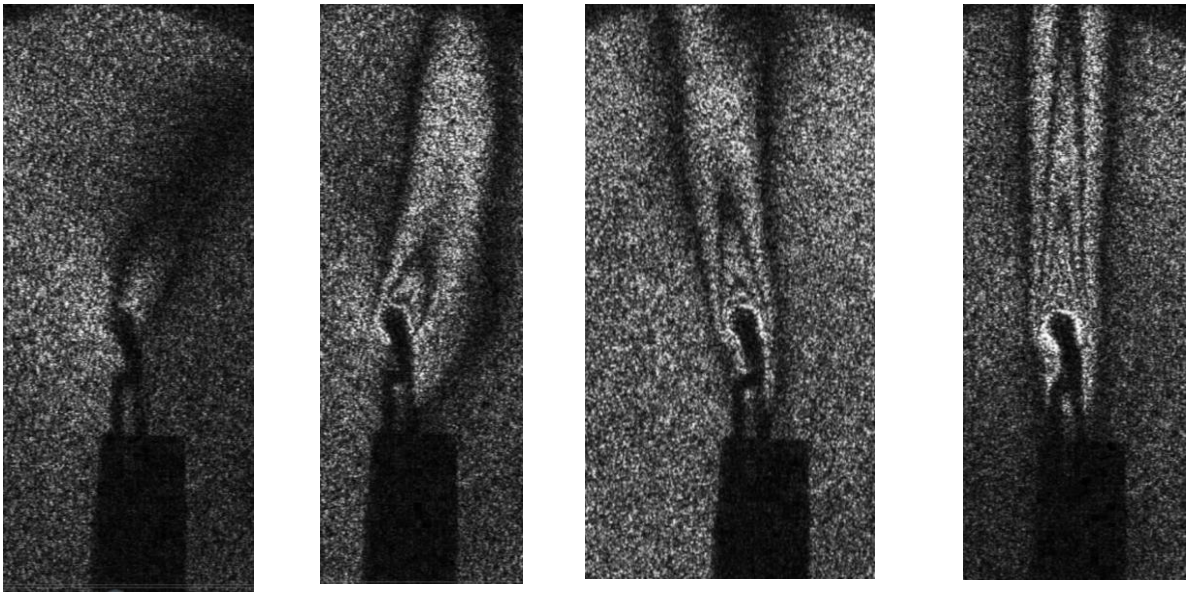


Рис.2. Голограма розподілу температури факелу

У представленому варіанті методу, завдяки наявності дифузного світлорозсіювача 5, зондуючий, опорний і сумарний пучки мають спеклову (зернисту) структуру. Характерною особливістю спекл-структури є те, що в межах одного спекла фаза випромінювання приблизно постійна і змінюється випадковим чином при переході від одного спекла до іншого [4].

При накладенні зондуючого і опорного спекл-пучків, в сумарному пучку (спеклограмі) спостерігаються інтерференційні смуги, просторова частота яких залежить від кута сходження пучків, а розташування вузлів і пучностей інтерференційних смуг - від різниці фаз спеклів, що просторово збігаються, в зондуючому і опорному пучках. При зміні фази в одному з пучків положення інтерференційних смуг буде відповідно зміщуватися. Безпосереднє вимірювання розподілу фази зондуючого пучка дає можливість визначити розподіл показника заломлення за обсягом полум'я.

Висновок

Запропоновано реалізацію методу електронної кореляційної спекл-інтерферометрії (ESPI) для кількісного безконтактного дослідження оптично щільного полум'я. Методика дає можливість визначити структуру факела. Цінність методу полягає в його здатності моментально вимірювати розподіл температури або інших фізичних параметрів по всьому об'єму полум'я. Крім того, він легко інтегрується в вимірювальні комплекси, що використовують інші оптичні методи. Дані про внутрішню структуру факела і її еволюції під дією зовнішніх факторів можуть знайти застосування в роботах, спрямованих на підвищення ефективності процесів горіння і управління його режимом.

Список літератури:

1. **Løkberg, O. J.** Electronic speckle pattern interferometry [Text] / O. J. Løkberg // Optical Metrology. – Springer Netherlands, 1987. – P. 542–572. doi:10.1007/978-94-009-3609-6_36.
2. **Yang, L.** Strain measurement by three-dimensional electronic speckle pattern interferometry: potentials, limitations, and applications [Text] / L. Yang, A. Ettemeyer // Optical Engineering. – 2003. – Vol. 42, № 5. – P. 1257–1266. doi:10.1117/1.1566781.
3. **Tyrer, J. R.** Electronic speckle pattern interferometry [Text] / J. R. Tyrer // Optical measurement methods in biomechanics. –Springer US, 1997. – P. 99–124. doi:10.1007/978-0-585-35228-2_6.
4. **Франсон, М.** Оптика спеклов [Текст]: пер. с франц. / М. Франсон; под ред. Ю. И. Островского. – М.: Мир, 1980. – 171 с.

УДК 629.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ КОНТЕЙНЕРОВОЗА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА

Есин И.П., к.т.н., доцент
Садигли Нусрат Гудрапт оглы, магистрант
Национальный университет кораблестроения г. Николаев

При работе главного судового дизеля только порядка 50 % тепла $Q^{ГД}$, выделившееся при сжигании топлива, преобразуются в полезную работу. Наибольшее количество теплоты (20…26 %) теряется с отработавшими газами $Q^{ГД}_{О.Г}$; потери теплоты, связанные с охлаждением пресной воды $Q^{ГД}_{П.В}$ составляют 10…12%; потери с охлаждением надувочного воздуха $Q^{ГД}_{Н.В}$ - 7…8%; потери с охлаждением масла $Q^{ГД}_{М}$ составляют 4…5%. Около 1,5…2% от теплоты, выделившейся при сжигании топлива, рассеивается в окружающую среду. Эти цифры приведены для современных малооборотных дизелей [1,2].

Теплота отработавших газов используется в утилизационном котле для получения насыщенного пара, а теплота охлаждаемой пресной воды используется в водоопреснительной установке для получения пресной воды из забортной. Эти мероприятия повышают коэффициент использования теплоты энергетической установки на ходовом режиме судна. А теплота, полученная при охлаждении надувочного воздуха, практически не используется.

На примере контейнеровоза ITAL FESTOSA дедвейтом 43000 т с мощностью пропульсивной установки 32000 кВт [3], определим количество теплоты при охлаждении надувочного воздуха. Расчеты выполним по методике, приведенной в [2]. Результаты расчетом потоков теплоты приведены на рисунке.

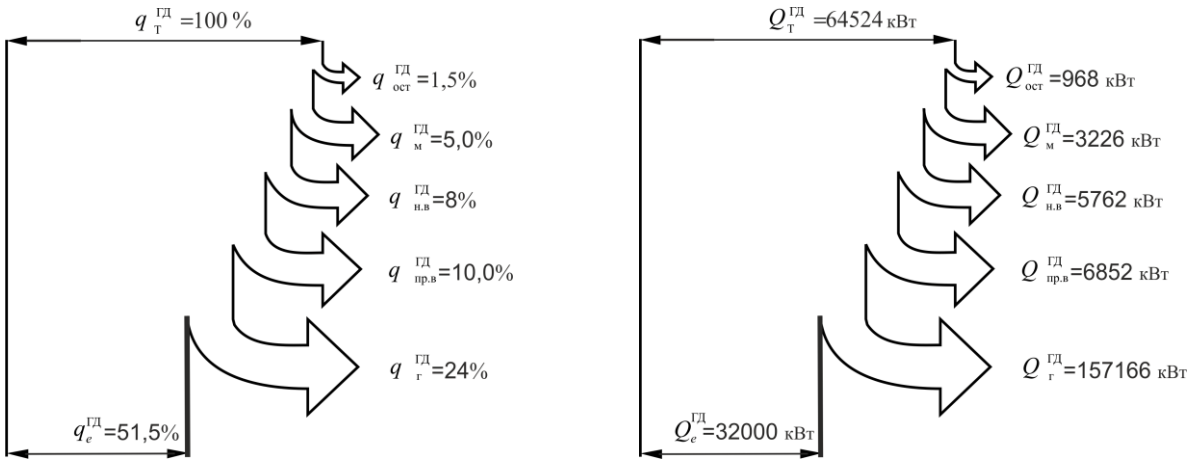


Рис. Потоки энергии в судовой энергетической установке контейнеровоза ITAL FESTOSA

Выводы:

Потери теплоты при охлаждении надувочного воздуха соизмеримы с потерями теплоты при охлаждении пресной воды и могут быть использованы в водоопреснительной установке для получения пресной воды из забортной

СИСОК ИСПОЛЬЗОВАНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Горбов В.М.** Энциклопедия судовой энергетики: учебник / В.М.Горбов, В.П.Кот. – Николаев: НУК, 2013. – 607 с.

2. **Горбов В.М.** Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Суднові енергетичні установки" за спеціальністю "Суднові енергетичні установки та устаткування" / В.М.Горбов, І.П.Єсін, А.А.Андрєєв. – Миколаїв: НУК, 2016. – 60 с.

3.Signidicant ships of 2006 / Editor: Tim Knaggs. – London: RINA, 2007. – 131 p.

УДК 629.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА СУДНАХ ПОСТАЧАЛЬНИКАХ ЛЬОДОВОГО ПЛАВАННЯ

Єсін І.П., к.т.н., доцент
Український В.О., магістрант
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Судна постачальники льодового плавання призначаються:

- для перевезення у високоширотні необладнані пункти Арктики в період арктичної навігації широкої номенклатури вантажів постачання з доставкою на берег судновим вертольотом, суднами на повітряній подушці (СПП) і платформами на повітряній подушці (ППП), а також різноманітними плавзасобами при стоянці на рейді;
- для перевезення з вивантаженням на припай накатних і інших вантажів;
- для перевезення на лініях з використанням контейнерів міжнародного стандарту, продукції переробки руди, що містить нікель в злитках у контейнерах, накатних і інших вантажів.

На Херсонському суднобудівному заводі (м. Херсон, Україна) у 1984 – 1993 роках побудовано вісім криголамно-транспортних суден типу "Вітус Берінг". Довжина судна 166 м, водотоннажність 20500 т, дедвейт 10225 т.

Перші п'ять суден (проект 10620) мали дизель-електричну установку. Головна енергетична установка складалась з двох автоматизованих дизель-генераторів потужністю по 5730 кВт кожний. Електрична енергія від них от них передавалась на гребний електродвигун постійного струму потужністю 9300 кВт. Льодопрохідність 1,1 м при швидкості 1,5 вуз.

Починаючи з шостого судна (проект 10621) серії дизель-електричну установку було замінено на дизельну з прямою передачею потужності на гвинт регульованого кроку. Номінальна потужність головного двигуна 8L60MC при 111 хв$^{-1}$ складала 13200 кВт [1].

У 2012-2013 роках фінська фірма "Arctech Helsinki Shipyard" побудувала для Росії два арктичних судна постачальника "Вітус Берінг" та "Олексій Чириков". Судна дедвейтом 3930 т, довжиною 100 м призначені для цілорічного обслуговування нафтодобувних платформ. Кожне судно має дизель-електричну енергетичну установку у складі чотирьох дизель-генераторів загальною потужністю 18 МВт. Електрична енергія подається на дві повно поворотні гвинта рульові колонки Azipod [2]..

Таким чином побудовані судна постачальники льодового плавання були обладнані дизель-електричними установками, або дизельними, кожна із котрих має свої переваги і недоліки.

Переваги дизель-електричних енергетичних установок наступні:

- можливість використання високо обертових та середньо обертових нереверсивних дизельних двигунів та зручність компонування їх у машинному відділенні;
- відсутність механічного зв'язку між первинним двигуном і гребним гвинтом;
- у ГЕУ відсутня передача вібрації і ударів з гребного гвинта на первинні теплові двигуни;
- ГЕУ постійного струму дозволяє плавне регулювання швидкості руху судна;
- відсутність ділення дизель-генераторів на головні та допоміжні і забезпечення розподілення виробленої електричної енергії між гребною енергетичною установкою та іншими судновими споживачами в залежності від режимів експлуатації.

До недоліків дизель-електричних енергетичних установок слід віднести:

- менша економічність в порівнянні з прямою передачею при повній швидкості руху судна;

- більша маса і вартість;
- більша численність обслуговуючого персоналу.

Висновки.

Не дивлячись на багато переваг електрорух не отримав широкого поширення. Проте для деяких судів ГЭУ є єдино прийнятними для приведення в дію рушіїв. Це відноситься до криголамів, криголамно-транспортних, китобійних, рибопромислових суден, паромів, буксирів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.**Шостак В.П.** Потоки енергії в дизельних установках морських суден.. Навчальний посібник [Текст]. / В.П. Шостак. – Миколаїв: УДМТУ. 1997. – 57 с.

2.Многофункциональные ледокольные суда снабжения. https://www.e1.ru/news/spool/news_id-381351.html

УДК 621.313

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ СУДНОВИХ МОД ТУРБОГЕНЕРАТОРОМ

Калініченко І.В., ст. викладач; Похілов Д.А., Павловський О.Д., студенти
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія

Ефективним способом підвищення комплексного використання паливно-енергетичних ресурсів суднової енергетичної установки, до складу якої входять газопоршневі двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), є утилізація теплоти відхідних газів з температурою після газової турбіни 235...295 °С у двотактних ДВЗ (утилізується з використанням утилізаційного котла для одержання водяної пари), наддувочного повітря з температурою після компресора 160…200 °С (використовується для підігріву котлової води) і прісної води, що охолоджує втулки циліндрів ДВЗ з температурою 70..90 °С (утилізується у водоопріснювальній установці для одержання прісної води) [1, 2, 3].

На теперішній час у зв'язку з удосконаленням технології двигунобудування використання відомих методів утилізації теплоти стає не ефективним у зв'язку з підвищенням ККД ДВЗ, так як це знижує температуру відхідних з 370°С до 250°С після ТК. Тому постає питання у знаходженні альтернативних методів або джерел утилізації теплоти відхідних газів суднових ДВЗ. В залежності від того, як використовується високопотенційне джерело теплової енергії відхідних газів МОД світова фірма виробник малообертових двигунів (МОД) "MAN Diesel & Turbo" пропонує три варіанти її альтернативної утилізації для одержання електричної енергії на судні, таким чином відмовившись від роботи дизель-генератора на ходовому режимі судна. Перший варіант, використовувати газову турбіну - силовий турбогенератор, який утилізує теплоту відхідних газів після турбокомпресора МОД. "MAN Diesel & Turbo" пропонує силові турбогенератори під маркуванням TCS-PTG в діапазоні від потужностей від 1000 кВт до 5000 кВт. Силові турбогенератори можуть також підключатися до МОД через редуктор. Другий варіант, паровий турбогенератор під маркуванням STG, одного та двох тисків. Третій варіант, комбіноване поєднання двох турбогенераторва на одному валу генератора [1].

Однак, для використання турбогенерваторів в якості способу утилізації теплоти відхідних газів необхідно провести: аналіз теплового балансу двигуна в залежності від номінальної потужності двигуна; залежність отримання теплоти з відхідних газів на різних режимах роботи двигуна; провести аналіз відношення використання відхідних газів для утилізації теплоти у турбогенераторі з найменшими втратами механічної енергії ДВЗ, так як у разі зменшення кількості відхідних газів, яке подається до турбокомпресора призводить до зменшення кількості стисненого повітря, що подається на ДВЗ.

Література

1. MAN Marine Engines & Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.marine.man.eu.
2. Wartsila [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.wartsila.com.
3. Alfa Laval [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.alfalaval.com.

УДК. 629.5

ПОПЕРЕДНЯ ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТУ ТЕРМОХІМІЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНА

Коробєйнікова Н.В.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Сутність термохімічної регенерації теплоти продуктів згоряння полягає в корисному використанні їх фізичного тепла для попередньої ендотермічної переробки вихідного палива, яке при цьому отримує більший запас хімічно зв'язаної енергії у вигляді збільшеної теплоти згорання. В цьому випадку процес трансформації хімічної енергії природного газу (теплоти згорання) умовно можна розділити на дві стадії. Перша - це збільшення хімічно зв'язаної енергії палива у вигляді збільшеної теплоти згорання за рахунок попередньої ендотермічної переробки. Друга - спалювання конвертованого газу (синтез-газу), що має велику теплоту згоряння в порівнянні з вихідними речовинами.

Згідно з даними зовнішнього теплового балансу двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), істотна частина хімічної енергії палива не реалізується у вигляді роботи і відводиться, в тому числі, з відпрацьованими газами у навколишнє середовище. В дизелях частка незворотніх втрат теплоти з відпрацьованими газами досягає 30%, що відповідає приблизно 12000 кДж на кожен кілограм витраченого палива, в двигунах з іскровим запалюванням та ж складова енергетичних втрат в тепловому балансі становить 30 ... 55% [1].

Для підвищення ефективності використання хімічної енергії палива необхідно знизити її втрати, як на першому етапі перетворення, так і па другому. В теперішній час досить успішно застосовувався заснований на класичних положеннях термодинаміки вельми ефективний спосіб зменшення втрат теплоти згоряння палива на другому етапі перетворення енергії. Але цей спосіб майже вичерпав себе. Тому, представляється доцільною розробка способу зниження рівня втрат теплоти, що виникають на першому етапі перетворення хімічної енергії палива, тобто на етапі перетворення її в теплоту. Причому, реалізація цього способу, по можливості, не повинна бути пов'язана з підвищенням температурного рівня робочого тіла.

Виходячи з основних положень хімічної термодинаміки [2, 3], можна стверджувати, що реалізація такого способу апріорі можлива лише при наявності палив, спалювання яких при однаковій температурі супроводжувалося б різними рівнями необоротних втрат. Палива, що володіють високим рівнем незворотних втрат, шляхом термохімічних перетворень можна перетворити в нове (штучне) паливо з більш високим енергетичним потенціалом. Перетворення хімічної енергії такого штучного палива в теплоту супроводжується меншими незворотними втратами.

Вперше термохімічний спосіб регенерації теплоти розробив В.Г.Носач [2], а його практична реалізація здійснена стосовно стаціонарних технологічних систем, що використовують в якості енергоносія тверде паливо.

До найбільш перспективного вихідного (сировинного) продукту для організації конверсії в першу чергу слід віднести метиловий спирт (метанол), який вже відносно давно застосовується в якості замінника традиційних моторних палив. Важливим є те, що масовий показник середовища акумулювання водню (найбільш енергоємного компонента конверсії) у вигляді рідкого метанолу дуже високий: в 8,5 кг метанолу міститься 1 кг водню.

Оцінка ефекту термохімічної регенерації теплоти відпрацьованих газів двигуна, що працює спільно з системою конверсії метанолу, досить просто може бути проведена на основі порівняння теплот згоряння рідкого метанолу та продуктів його конверсії. Теплота згоряння метанолу Q_i (м) = 19670 кДж/кг. Теплота згоряння газоподібних продуктів конверсії метанолу (ПКМ) $Q_i^к$ = 23870 кДж/кг [3,4]. Таким чином, при згорянні в двигуні 1 кг ПКМ, отриманих з такою ж маси рідкого метанолу, вивільняється теплова енергія, накопичена в процесі розкладання спиртового палива, рівна Q_i до - Q_i (м) = 4200 кДж/кг. Отже, 21,4% розполагаємої енергії відпрацьованих газів, що використовується (утилізується) для організації ендотермічного циклу конверсії метанолу, повертається в робочий цикл ДВС, що працює на ПКМ.

Термохімічна сутність процесу регенерації теплової енергії відпрацьованих газів двигуна відображає основні положення термодинаміки, зокрема, закон Гесса і його наслідки. Покажемо це на основі аналізу теплових ефектів від згоряння метанолу, здійснюваного за двома сценаріями.

За першим сценарієм спалюємо метанол в кисні:

$$CH_3OH + 3/2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O + Q_1. \qquad (1)$$

Тепловий екзотермічний ефект Q_1 відомий і дорівнює 629 440 кДж [3]. В результаті реакції (1) утворюються 3 кмоль продуктів згоряння.

За другим - двоступеневим - сценарієм спочатку спирт розкладається на CO та H_2:

$$CH_3OH \rightarrow CO + 2H_2 - Q_2. \qquad (2)$$

При цьому утворюються 1 кмоль CO і два кмоль H_2 з ендотермічним тепловим ефектом Q_2. Потім спалюємо в кисні 3 кмоль отриманих в результаті реакції (2) продуктів:

$CO + 1/2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 282610$ кДж, (3)

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O + 481480$ кДж. (4)

Теплові ефекти для реакцій (3) та (4) наведено згідно з даними [4]. Сумарний тепловий ефект цих двох реакцій дорівнює Q_Σ = 282610 + 481480 = 764090 кДж/кмоль (в елементарній реакції окислення водню беруть участь дві його молекули, що призводить до подвоєння сумарного теплового ефекту).

Відповідно до першого і другого сценаріїв окислення метанолу початковий і кінцевий стани системи (кількість і склад) однакові: початкова - 1 кмоль CH_3OH, кінцеве - 1 кмоль CO_2 і 2 кмоль H_20. Тоді, в повній відповідності з законом Гесса сумарні теплові ефекти різних сценарієв окислення метанолу повинні збігатися: 629440 = - Q_2 + 764090 кДж/кмоль. Звідси: Q_2 = 134 650 кДж/кмоль. Теплота Q_2 відповідає тепловому ефекту (наслідок 2 із закону Гесса) реакції (2) дисоціації метанолу.

Проведений аналіз показав, що тепловий ефект від спалювання конвертованої суміші (ПКМ) CO та H_2 перевищує ефект від спалювання тієї ж кількості неконвертованого метанолу (вихідне паливо) на величину Q_2 = 134 650 кДж/кмоль (тобто на 21,4%), що відповідає витраченій при розкладанні спирту енергії. При організації процесу конверсії в умовах двигуна ця енергія може бути «запозичена» (утилізована) від теплової енергії відпрацьованих газів.

Висновки.

Застосування розглянутого способу утилізації енергії відпрацьованих газів в транспортних та суднових двигунах виявляється досить перспективним. Завдяки технічній простоті його реалізація не вимагає переобладнання технології існуючого виробництва ДВЗ та високих фінансових вкладень. В якості базового двигуна може бути використана будь-яка серійна модель ДВЗ, в тому числі і двигун, що знаходиться в експлуатації. Основний елемент конверсійної системи - каталітичний реактор являє собою найпростішу конструкцію теплообмінного апарату, масові та габаритні характеристики якого забезпечують зручність його установки в газовипускній системі двигуна.

Їх реалізація на мобільних енергокомплексах, зокрема, дозволяє утилізувати теплову енергію відпрацьованих газів, удосконалювати процеси згоряння, покращувати екологічні показники енергетичної установки, забезпечуючи при цьому можливість заміни традиційного нафтового палива альтернативним енергоносієм з відновлюваних, в тому числі, біологічних джерел, сприяючи, таким чином, вирішенню проблеми ресурсозбереження.

Література

1. **Орлина А.С.** Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей // Под ред. А.С.Орлина и М.Г.Круглова.-М.: Машиностроение, 1983.- 372 с.

2. **Носач В.Г.** Методы повышения эффективности использования топлива в технологических процессах // Теплофизика и теплотехника.-1977.-№ 37.-С.44-47.

3. **Вишняков А.В., Яковлева Н.В., Чащин В.А., Фатеев В.Н.** Возможности и ограничения методов получения и очистки водорода для топливных элементов. Термодинамические и кинетические аспекты получения водорода в бортовых системах // Химическая технология.-2002.-№1.-С.3-9.

4. **Стеженский А.И.** Паровая конверсия метанола. Наукова думка, 1972.- 283 с.

УДК 628.165:621.44

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЭУ ЗА СЧЕТ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕРЕСУРСОВ ГД ТАНКЕРОВ ТИПА PANAMAX

Кузнецова С.А., канд. техн. наук, доц., Баштовой А.Р., студент магистратуры
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Энергетическая безопасность каждой страны связана с необходимостью обеспечения бесперебойного использования различных видов топлив. В транспортной и производственной сферах в основном используют жидкие топлива, поэтому ввоз нефти и нефтепродуктов на данный момент для Украины, является необходимостью. Необходимость снижение энергозатрат на транспортировку, производство и т.д. вынуждает производить исследования в области повышения эффективности роботы установок, в том числе и судовых [1, 2].

Предлагается использовать утилизацию теплоты отходящих газов и наддувочного воздуха так, как наиболее существенные потери теплоты дизельных установок связанны именно с ними. Так согласно данным одного их ведущих производителей главных двигателей (ГД) фирмы MAN они лежат в пределах: для отходящих газов – 23…26%; наддувочного воздуха – 14…16%, с пресной охлаждающей водой – 5…6%, а с маслом 2,9… 3,0 от теплоты сгорания топлива [3].

Для танкеров, у которых большие потребности в паре связанны с подогревом груза, наиболее эффективно использовать теплоту газов и наддувочного воздуха для его получения на ходовом режиме. Так анализ описания установок танкеров типа PANAMAX [4] показал, что суммарная паропроизводительность котлов составляет 19…30 т/час при давлении 0,8…1 МПа. Современные котлы используют в основном теплообменные поверхности с интенсификаторами, надежная работа которых, показала возможность их дальнейшего усовершенствования.

Для повышения эффективности СЭУ предлагается использование теплообменной поверхности из круглых труб со спирально-ленточным оребрением профилированном луночными системами, что позволит увеличить коэффициент теплоотдачи на 9…14% по сравнению с круглыми оребренными трубами, того же диаметра и материала. Использование таких поверхностей одновременно в охладителе воздуха и утилизационном котле позволит увеличить коэффициент использования теплоты на ходовом режиме до 5…7%.

Литература

1. **Собкевич О. В., Михайличенко К. М., Шевченко А. В., Русан В. М., Бєлашов Є. В.** ПРІОРИТЕТИ ДЕРЖАВНОЇ МОРСЬКОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ / Доповідь/ Наукова бибиліотека (электронный ресурс: http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/morska_politika-54a10.pdf).

2. Управління витратами та ефект масштабу транспотривання / Научная библиотека (электронный ресурс: https://stud.com.ua/23373/upravlinnya_vitratami_efekt_masshtabu_transporti).

3. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI. MAN Diesel&Turbo. 2016. 32 p.

4. Significant Ships 2013-2016 (электронный ресурс: https://www.rina.org.uk/Significant_Ships_2013-16.html).

УДК 628.165:621.44

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ДГ НА БАЛКЕРАХ ТИПУ PANAMAX

Кузнецова С.А., канд. техн. наук, доц., Домарацький Ю.Р., студент магістратури
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Наявність в України як морських портів так і суднохідних рік дає можливість розвитку річкового та морського транспорту. Зараз багато зерна, піску та інших насипних вантажів перевозяться морським транспортом [1]. Балкери, що перевозяться ці вантажі мають зазвичай необмежений район плавання, при наявності відповідної конструкції корпусу для проходження у льдах та енергетичну установку, що відповідає вимогам згідно додатка VI к MARPOL 73/78. Підвищення енергетичної ефективності установки дозволить збільшити прибуток та зменшити теплові викиди, що додатково поліпшить екологічні показники.

Балкери типу Panamax зазвичай використовують головні дизельні установки потужністю 10…14 МВт з прямою передачею на гвинт фіксованого кроку, та дизель-генератори (ДГ) потужністю 500…800 кВт [2]. За даними провідного світового виробника суднових головних та допоміжних двигунів компанії MAN, у структурі теплового балансу найбільшими є втрати з відпрацьованими газами після турбіни нагнітача та повітрям після нагнітача.

Підвищення ефективності СЕУ відбуватиметься за рахунок утилізації теплоти газів та повітря ДГ. Ці судна потребують пару від 1…4 т/год. Тому досліджується вплив підігріву котельної води стиснутим повітрям після компресора в підігрівачі з овальними гладкотрубними елементами та у котлі-економайзері з поверхнею з овальних труб з оребренням з лунками. Інтенсифікація теплообміну відбувається за рахунок лунок та зниження втрати тиску при використанні овальних труб. Результати математичного моделювання процесів у цих теплообмінних апаратах показали можливість підвищення коефіцієнта тепловіддачі, збільшення коефіцієнту використання теплоти на ходовому режимі до 2%, а на стоянці до 1%. Додатковий ефект також спостерігається за рахунок зменшення теплового навантаження на навколишнє середовище.

Література

1. Інформація про водний транспорт України/ Доповідь/ Міністерство транспорту України (электронный ресурс: https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniy-transport-ukraini.html
2.Significant Ships 2013-2016 (электронный ресурс: https://www.rina.org.uk/Significant_Ships_2013-16.html).

3. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI. MAN Diesel&Turbo. 2016. 32 p.

УДК 621.311.22

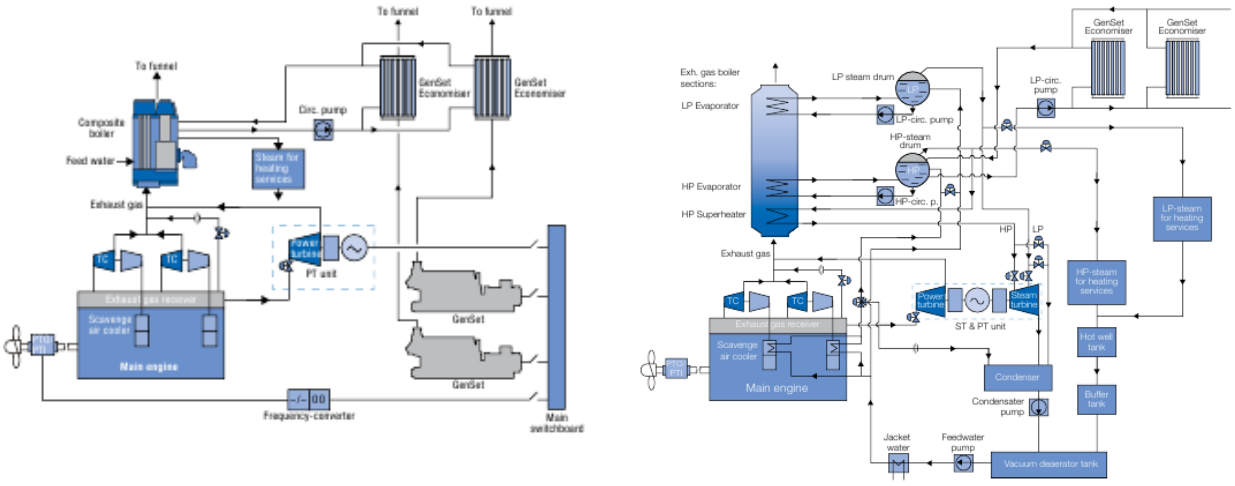
АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ КОНТЕЙНЕРОВОЗОВ ДЕДВЕЙТОМ 42000 Т

Кузнецова С.А., канд. техн. наук, доц., Кисилев А.О., студент магистратуры
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Контейнеровоз представляет собой специализированное грузовое судно для перевозки груза в однородных укрупненных грузовых единицах – контейнерах. По состоянию на 1 января 2018 года мировой контейнерный флот располагал 451 судном типа *ULCS* (*Ultra Large Container Ship*), а до 2020 года должны быть поставлены 129 судов вместимостью более 10 тыс.*TEU*

Подобные контейнеровозы обладают значительной мощностью главного двигателя, более 36 МВт, что вызывает необходимость разработки мероприятий по снижению эксплуатационных затрат судовой энергетической установки.

В работе рассмотрена эффективность использования на контейнеровозе дедвейтом 42000 т системы *Waste Heat Recovery System* [1]. Выполнен анализ двух вариантов тепловых схем системы (рис. 1) [1].



а *б*

Рис.1. Система *Waste Heat Recovery System*

Вторая схема предусматривает наличие утилизационного котла двух давлений, вырабатывающий слабоперегретый пар на паровую турбину, работающею совместно с силовой турбиной на общий электрогенератор. Это дало возможность сократить количество дизель-генераторов на судне с традиционных трех-четырёх до двух и обеспечить повышение эффективности в первом случае на 5..8%, а во втором – на 9…11%.

Рассмотрен вариант дополнительного повышения эффективности судовой энергетической установки за счет интенсификации теплоотдачи в котлах главного двигателя и дизель-генераторов. Получено, что возможно дополнительное повышение эффективности на 1…3% за счет определения рациональных параметров закрутки потока в котлах дизель-генераторов, и на 4…7% - за счет использования в котлах главных двигателей профилированных теплообменных поверхностей.

Перечень использованных источников.

1. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI. MAN Diesel&Turbo. 2016. 32 p.

УДК 628.165:621.44

УМЕНЬШЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА СИСТЕМЫ ГАЗОВЫПУСКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА НА БАЛКЕРЕ ДЕДВЕЙТОМ 83000Т

Кузнецова С.А., канд. техн. наук, доц., Овчаренко Ю.В., студент магистратуры
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Современные балкера обладают высоким уровнем автоматизации, что обуславливает наличие на них сравнительно небольшого количества экипажа – до 15..20 человек. Тем не менее, обеспечение комфортных условий работы, в частности в машинном отделении, является актуальной задачей.

Дизельные двигатели являются основным источником шума в машинном отделении. Основными их типами шума являются механический и аэродинамический.

Механический шум двигателя создается его движущимися частями, передается на фундамент и его гашение осуществляется путем установки двигателя на специальные амортизаторы.

Основной причиной аэродинамического шума является периодический выпуск газов, которые имеют сравнительно высокую скорость, в атмосферу.

Снижение уровня аэродинамического шума главных двигателей осуществляется в устанавливаемых на газоходах утилизационных котлах. Основным принципом в этом случае является снижение скорости потока отработавших газов.

В приводных двигателях дизель-генераторов снижение уровня шума осуществляется в глушителях, устанавливаемых в газоходах. Дополнительное снижение скорости газов, а соответственно и уровня шума, возможна в случае совмещения глушителя с поверхностью нагрева воды, которая потом может быть подана, например, в утилизационный или вспомогательный котел для повышения их эффективности.

В работе рассмотрено повышение эффективности в глушителях-нагревателях ***MFT*** [1] за счет интенсификации теплоотдачи на поверхности теплообмена. Для этого на продольно-омываемую поверхность наносятся в шахматном порядке луночные системы.

Методом математического моделирования получено, что по сравнению с базовым снижением уровня шума в 28 дБ, за счет применения луночных систем возможно дополнительное снижение уровня звукового давления до 13дБ и соответственно снижение температуры отработавших газов до 76^0С.

Литература.

1. Heat recovery silencers for reciprocating engines [Електронний ресурс]/ Режим доступу http://www.maximsilencers.com/reciprocating-engine-heat-recovery-silencers-MFT.html

УДК 628.165:621.44

СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ТАНКЕРА ДЕДВЕЙТОМ ОКОЛО 40000 Т

Кузнецова С.А., канд. техн. наук, доц.,. Чупрун Е.І, студент магистратуры, Кузнецов Г.В., студент
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Энергетические установки танкеров характеризуются высокой энергонасыщенностью. Связано это со специфической комплектацией энергетической установки «танкерным» оборудованием.

Высокая мощность главной и вспомогательной энергетических установок обуславливают достаточно высокий уровень загрязнения морского бассейна.

Для судов с прямой передачей мощности на винт, к которым относится и рассматриваемый танкер дедвейтом 39670 т, компания MAN B&W предлагает двигатели серии «G» с возможностью регулируемого уровня выбросов CO_2 и NO_x [1] при прохождении специальных морских зон. Дополнительное улучшение экологических показателей и, соответственно, теплового загрязнения окружающей среды, возможно за счет совершенствования схем судовых систем утилизации теплоты.

В работе выполнен анализ влияния состава тепловых схем на снижение уровня теплового загрязнения окружающей среды. Особенностью первой тепловой схемы являлось байпасирование части отработавших газов главного двигателя для работы силовой турбины электрогенератора, во второй схеме был предусмотрен утилизационный котел двух давлений, который вырабатывал слабоперегретый пар для паровой турбины, работающей в параллели с силовой турбиной на электрогенератор [2].

Для повышения эффективности тепловых схем рассмотрен вариант интенсификации процессов теплоотдачи в утилизационном котле главного двигателя за счет использования поверхностей теплообмена, состоящих из оребренных профилированных труб с трубой-основой эллиптического сечения. Получено, что

применение такой поверхности теплообмена в котле позволяет дополнительно повысить эффективность всей энергетической установки до 7%, что позволит снизить уровень теплового загрязнения до 5%.

Литература

1. Marine Engine IMO Tier II and Tier III Programme 2016 [Електронний документ]/ Режим доступу http://marine.man.eu/two-stroke/marine-engine-programme
2. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI. MAN Diesel&Turbo. 2016. 32 p.

УДК 621.311.25.002

ВІБРАЦІЯ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ ЇЇ ВИМІР ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ

Шефкед С.І., Свиридов В.І.
Національний університет кораблебудування, Херсонська філія

Вібрація й шум - природні процеси, що протікають у машинах і встаткуванні, і збуджуються вони тими ж динамічними силами, які є причинами зношування й різних видів дефектів.

Природно, що вібрація й шум трансформуються друг у друга на границях газового й твердого середовищ, а людина безпосередньо сприймає звук, і лише в обмеженому низькочастотному діапазоні - вібрацію.

За перехід вібрації в шум відповідає коливальна швидкість, що прямо пропорційна звуковому тиску в повітрі біля вібруючої поверхні. Тому й норми на вібрацію, як правило, обмежують коливальну швидкість машин і встаткування.

Але вібраційний контроль і вібраційна діагностика - різні практичні завдання. У діагностиці дефект визначається коливальною силою, що діє в зоні дефекту, а сила зв'язана лінійно з коливальним прискоренням, а не зі швидкістю. Тому в діагностиці часто користуються вимірами віброприскорення, а для вібраційного контролю машин додатково вимірюють і віброшвидкість, причому лише в обмеженому низькочастотному діапазоні.

Для виміру вібрації, як правило, використовуються датчики віброприскорення, що працюють на п'єзоефекті. У таких датчиках електричний заряд на виході пропорційний діючої на датчик силі. Лише в ряді стаціонарних систем контролю вібрації великих машин з підшипниками ковзання використовуються датчики коливального зсуву, що вбудовуються в підшипник (по двох датчика на підшипник). Ці датчики дозволяють вимірювати траєкторію руху центра вала в підшипниках (його орбіту) і, тим самим, безпосередньо визначати величину зношування вкладишів.

Для виміру шуму використовуються мікрофони з різними способами перетворення звукового тиску в електричний сигнал. Для діагностики машин іноді використовуються спрямовані мікрофони, що дозволяють визначати напрямок на крапку випромінювання шуму. Практично мікрофоном можна дистанційно вимірювати вібрацію об'єкта, а конкретно величину віброшвидкості.

Для діагностики украй рідко користуються вимірами шуму, тому що в повітряному середовищі змішується практично без втрат шум від багатьох джерел, і детально аналізувати шум конкретного джерела вкрай складно в присутності інших джерел шуму. Крім того, завдання виділення конкретних їх складових шуму, обумовлених появою дефекту, ускладнюють при поширенні можливі його переломлення, багаторазові відбиття й т.п.

Є ще одна причина, по якій не рекомендується активно використовувати шум для діагностики машин. Ця причина - необхідність обліку форми коливань об'єкта в безпосередній близькості від місця виникнення дефекту. Тут значний внесок, як у вібрацію, так і в шум вносять додаткові складові складних форм, тобто ті, які в міру видалення від джерела трансформуються в просту (хвильову) форму. При вимірі шуму на відстані інформація, наявна в хибному шумі або хибній вібрації, пропадає.

Після перетворення сигналу вібрації (шуму) в електричний сигнал, останній необхідно ретельно аналізувати, одержуючи, а не втрачаючи діагностичну інформацію. До приладів, що аналізують, у діагностиці пред'являються самі тверді вимоги. До типових операцій, які повинні виконувати прилади, що аналізують вібрацію, варто віднести:

1. Визначення рівня (загального) вібрації в смузі частот, необхідної стандартами вібраційного контролю й у необхідних стандартами одиницях виміру.
2. Спектральний аналіз вібрації, тобто поділ вібрації на тридцятилітні різної частоти, обумовлені природою коливальних сил.
3. Аналіз коливань потужності окремих тридцятимільйонні вібрації, попередньо виділених із сигналу вібрації. Це, як правило, аналіз спектра сигналу вібрації обгинає, що випадкового високочастотного.

4. Аналіз форми сигналу вібрації, тобто аналіз тимчасового розгорнення сигналу (робота в режимі осцилографа).

Слід зазначити, що далеко не все з випускаючого простого обладнання що аналізує і може виконувати всі зазначені види аналізу, принаймні, з необхідним для діагностики якістю.

Висновки

Вібраційний контроль у діагностиці визначається коливальною силою, що діє в зоні дефекту, де сила зв'язана лінійно з коливальним прискоренням, а не зі швидкістю. Для виміру вібрації, як правило, використовуються датчики віброприскорення, що працюють на п'єзоэфекті. Після перетворення сигналу вібрації (шуму) в електричний сигнал, останній необхідно ретельно аналізувати, одержуючи діагностичну інформацію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю.** Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. – СПб.: СПбГМТУ, 2000.

2. ISO 17359:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines.

3. ISO 13380:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines on using performance parameters.

4. **Гриб В.В., Соколова А.Г., Еранов А.П., Давыдов В.М., Жуков Р.В.** Анализ современных методов диагностирования компрессорного оборудования нефтегазохимических производств // «Нефтепереработка и нефтехимия. Научно–технические достижения и передовой опыт». 2002. №10. С.57–65.

5. ISO 13379:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines on data interpretation and diagnostics techniques.

6. ISO 10816. Mechanical vibration. Evolution of machine vibration by measurements on non– rotating parts. Part 1–5.

УДК 621.311.25.002.5.019

ВИЗНАЧЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Москаленко В.В., Свиридов В.І.
Національний університет кораблебудування, Херсонська філія

Актуальною науковою проблемою залишається підвищення ефективності вібраційного діагностики, заснованої на вимірюванні та аналізі параметрів сигналу вібрації на різних етапах роботи підшипникових вузлів насосного агрегату.

Залежно від виду дефекту електричної машини (ЕМ) або відхилень параметрів якості електроенергії від номінальних значень діагностичними ознаками можуть бути, збільшення рівнів певних гармонійних складових корпусу ЕМ, виміряних в радіальному L_R і (або) тангенціальному напрямках L_T.

Визначення граничних рівнів вібрацій підшипникових вузлів, що дозволяє прогнозувати залишковий ресурс обладнання за фактичним рівнем вібрації насосного обладнання суднових енергетичних установок в експлуатаційних умовах.

Перехід суден на технічне обслуговування і ремонт по «станом» передбачає наявність діагностичного забезпечення для різних машин, механізмів та устаткування судна.

Відомо [1], що найбільш ефективними методами діагностування суднових машин і механізмів, особливо з обертовими роторами, є віброакустичні методи. Більшість з них передбачає наявності норм вібрації діагностованих суднових машин і механізмів. Однак, до теперішнього часу в цьому технічному питанні єдиної методології немає.

Порогові рівні вібрації, перевищення яких може дати підставу розглядати суднові механізми та устаткування, яке знаходиться в поганому технічному стані, рекомендувалися багатьма авторами на підставі емпіричних даних, які, однак, незавжди науково обгрунтовувалися і давали чітку та зрозумілу інформацію. Було встановлено, що в 90% випадків відмов події відмови, спочатку виникало підвищення рівня вібрації [2].

Рівень вібрації працюючих суднових машин і механізмів залежить від того, наскільки якісно вони були спроектовані і зібрані, а також розташування та міста встановлення на судні.

Практика віброконтроля і діагностування суднових машин, механізмів та устаткування показала, що між їх характеристиками вібрації і ТС існує прямий зв'язок [1,7].

До теперішнього часу використовується практичний метод визначення критичної інтенсивності вібрації, який полягає у визначенні еталонного вібраційного поля для машин і механізмів, при справному їх ТС, і контролі змін в характеристиках вібрації з часом.

Питання нормування вібрації різних типів машин детально розглянуті в роботі [5], де проаналізовано основні національні стандарти, деякі з яких є автентичним текстом однойменних ISO. Вони представляють норми на вібрацію як на необертаючих частинах, так і на обертових валах для великих стаціонарних парових турбін і генераторів, різних промислових машин, газотурбінних установок.

У більшості випадків вважається, що зміни рівня коливань в сторону збільшення або зменшення на 25% значення верхньої межі зони ***B***, потребує нагайного досдідження цих коливань, їх слід розглядати як істотні, навіть коли вони ще не досягнута межі зони ***C*** за першим критерієм. Це передбачає проведення діагностичного обстеження з метою виявлення причин такої зміни і запобігання виникненню небезпечних ситуацій. Важливість цього підходу полягає в тому, що незалежно від вихідного рівня вібрації, значимі зміни будуть помічені і використані для діагностування виниклих дефектів.

В сучасних стандартах наголошується, що метод визначення вібрації в широкій смузі частот в ряді випадків не є достатнім для оцінки ТС машин, механізмів та устаткування судна. В них показана необхідність застосування аналізу частотних складових вібрації, їх фазових співвідношень, що обгинає, кепстральних аналізу та інших методів, що знайшли широке застосування. Однак встановити відповідні критерії і норми оцінки технічного стану, з огляду на індивідуальних особливостей конструкцій вузлів і машин, механізмів та устаткування в цілому поки не представляється можливим. Незважаючи на все це, в стандартах ISO, що розробляються останнім часом, вказуються загальні рекомендації для застосування різних методів аналізу.

Нормативи вібрацій машин і механізмів визначаються, як правило, виходячи з максимально граничних навантажень на його підшипники.

В основному вони виникають через неврівноваженості обертових частин машини, тоб-то власні навантаження. Але при наявності вібрацій фундаменту, а, це значить, і корпусу ЕМ, на її ротор діють сили інерції, що викликають додаткові навантаження на підшипникові вузли - сторонні навантаження які будуть спотворювати справжню картину стану підшипникового вузла.

Висновки

Для більш якісного контролю технічного стану насосного агрегату і конкретно підшипникового вузла, та перспективного подальшого дослідження цього питання, є деталізація розрахунків норм вібрації для різних типів насосних агрегатів, а розробка методик розрахунку і прогнозування залишкового ресурсу, приладова реалізація даного підходу, підвищить надійність роботи машин, механізмів та устаткування судна.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю.** Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. – СПб.: СПбГМТУ, 2000.

2. **Абдулаев А.А.** Методика расчета эксплуатационной долговечности ПК судовых машин и механизмов – Дальневосточный НТ по судовой радиоэлектронике. – Владивосток, 1989.

3. ISO 17359:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines.

4. ISO 13380:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines on using performance parameters.

5. **Гриб В.В., Соколова А.Г., Еранов А.П., Давыдов В.М., Жуков Р.В.** Анализ современных методов диагностирования компрессорного оборудования нефтегазохимических производств // «Нефтепереработка и нефтехимия. Научно–технические достижения и передовой опыт». 2002. №10. С.57–65.

6. ISO 13379:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines on data interpretation and diagnostics techniques.

7. **Гольдин А.С.** К вопросу о нормах и принципах нормирования вибрации вращающихся машин // Контроль. Диагностика. 2000. №4. – С.3–10.

8. ISO 10816. Mechanical vibration. Evolution of machine vibration by measurements on non– rotating parts. Part 1–5.

УДК 621.311.25.002.5.019

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ ВІБРАЦІЇ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Свиридов В.І.
Національний університет кораблебудування, Херсонська філія

Актуальною науковою проблемою залишається підвищення ефективності вібраційної діагностики, заснованої на вимірюванні та аналіз параметрів сигналу вібрації на різних етапах роботи підшипникових вузлів насосного агрегату.

Залежно від виду дефекту електричної машини (ЕМ) або відхилень параметрів якості електроенергії від номінальних значень діагностичними ознаками можуть бути, збільшення рівнів певних гармонійних складових корпусу ЕМ, виміряних в радіальному L_R і (або) тангенціальному напрямках L_T.

Визначення граничних рівнів вібрацій підшипникових вузлів, що дозволяє прогнозувати залишковий ресурс обладнання за фактичним рівнем вібрації насосного обладнання суднових енергетичних установок в експлуатаційних умовах.

Перехід суден на технічне обслуговування і ремонт по «станом» передбачає наявність діагностичного забезпечення для різних машин, механізмів та устаткування судна.

Відомо [1], що найбільш ефективними методами діагностування суднових машин і механізмів, особливо з обертовими роторами, є віброакустичні методи. Більшість з них передбачає наявності норм вібрації діагностованих суднових машин і механізмів. Однак, до теперішнього часу в цьому технічному питанні єдиної методології немає.

Порогові рівні вібрації, перевищення яких може дати підставу розглядати суднові механізми та устаткування, яке знаходиться в поганому технічному стані, рекомендувалися багатьма авторами на підставі емпіричних даних, які, однак, незавжди науково обгрунтовувалися і давали чітку та зрозумілу інформацію. Було встановлено, що в 90% випадків відмов події відмови, спочатку виникало підвищення рівня вібрації [2].

Рівень вібрації працюючих суднових машин і механізмів залежить від того, наскільки якісно вони були спроектовані і зібрані, а також розташування та міста встановлення на судні.

Практика віброконтроля і діагностування суднових машин, механізмів та устаткування показала, що між їх характеристиками вібрації і ТС існує прямий зв'язок [1,7].

До теперішнього часу використовується практичний метод визначення критичної інтенсивності вібрації, який полягає у визначенні еталонного вібраційного поля для машин і механізмів, при справному їх ТС, і контролі змін в характеристиках вібрації з часом.

Питання нормування вібрації різних типів машин детально розглянуті в роботі [5], де проаналізовано основні національні стандарти, деякі з яких є автентичним текстом однойменних ISO. Вони представляють норми на вібрацію як на необертаючих частинах, так і на обертових валах для великих стаціонарних парових турбін і генераторів, різних промислових машин, газотурбінних установок.

У більшості випадків вважається, що зміни рівня коливань в сторону збільшення або зменшення на 25% значення верхньої межі зони ***B***, потребує нагайного досдідження цих коливань, їх слід розглядати як істотні, навіть коли вони ще не досягнута межі зони ***C*** за першим критерієм. Це передбачає проведення діагностичного обстеження з метою виявлення причин такої зміни і запобігання виникненню небезпечних ситуацій. Важливість цього підходу полягає в тому, що незалежно від вихідного рівня вібрації, значимі зміни будуть помічені і використані для діагностування виниклих дефектів.

В сучасних стандартах наголошується, що метод визначення вібрації в широкій смузі частот в ряді випадків не є достатнім для оцінки ТС машин, механізмів та устаткування судна. В них показана необхідність застосування аналізу частотних складових вібрації, їх фазових співвідношень, що обгинає, кепстральних аналізу та інших методів, що знайшли широке застосування. Однак встановити відповідні критерії і норми оцінки технічного стану, з огляду на індивідуальних особливостей конструкцій вузлів і машин, механізмів та устаткування в цілому поки не представляється можливим. Незважаючи на все це, в стандартах ISO, що розробляються останнім часом, вказуються загальні рекомендації для застосування різних методів аналізу.

Нормативи вібрацій машин і механізмів визначаються, як правило, виходячи з максимально граничних навантажень на його підшипники.

В основному вони виникають через неврівноваженості обертових частин машини, тоб-то власні навантаження. Але при наявності вібрацій фундаменту, а, це значить, і корпусу ЕМ, на її ротор діють сили інерції, що викликають додаткові навантаження на підшипникові вузли - сторонні навантаження які будуть спотворювати справжню картину стану підшипникового вузла.

Висновки. Для більш якісного контролю технічного стану насосного агрегату і конкретно підшипникового вузла, та перспективного подальшого дослідження цього питання, є деталізація

розрахунків норм вібрації для різних типів насосних агрегатів, а розробка методик розрахунку і прогнозування залишкового ресурсу, приладова реалізація даного підходу, підвищить надійність роботи машин, механізмів та устаткування судна.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю.** Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. – СПб.: СПбГМТУ, 2000.

2. ISO 17359:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines.

3. ISO 13380:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines on using performance parameters.

4. **Гриб В.В., Соколова А.Г., Еранов А.П., Давыдов В.М., Жуков Р.В.** Анализ современных методов диагностирования компрессорного оборудования нефтегазохимических производств // «Нефтепереработка и нефтехимия. Научно–технические достижения и передовой опыт». 2002. №10. С.57–65.

5. ISO 13379:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines on data interpretation and diagnostics techniques.

6. **Гольдин А.С**. К вопросу о нормах и принципах нормирования вибрации вращающихся машин // Контроль. Диагностика. 2000. №4. – С.3–10.

7. ISO 10816. Mechanical vibration. Evolution of machine vibration by measurements on non– rotating parts. Part 1–5.

УДК 531.3.25.06.014

ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Рогачевський О.А., Свиридов В.І.
Національний університет кораблебудування, Херсонська філія

Для оцінки технічного стану (ТС) насосних агрегатів (НА) широко використовуються функціональні методи діагностики, зокрема, різні методи вібродіагностики. Результати дослідження вібраційних процесів, що протікають в насосних агрегатах, упорядковуються і формалізуються в створенні математичної моделі (діагностичної моделі) досліджуваного явища. Будь-яка діагностична модель визнана відображати лише одне або кілька певних властивостей даного явища і завжди містить обмежену інформацію про нього. У міру розширення знань про досліджувану стороні явища модель вдосконалюється, ускладнюється. Інші сторони моделі описуються іншими моделями, які можуть бути, і не пов'язані між собою.

Розрізняють детерміновані і імовірнісні моделі.

Більш загальна - імовірнісна модель, що відображає, як стійкі властивості, так і випадковий характер спостережуваного явища. Останнє виникає щоразу, коли дане явище визначається безліччю факторів, причин, умов. Тоді і недоцільно і неможливо оцінити дію кожного окремого фактора, а необхідно встановлювати більш загальні - імовірнісні закони явища.

Доцільно виділити наступні класи явищ, за ступенем вмісту випадкових чинників:

1) повністю випадкові, певні безліччю однорідних факторів;

2) з переважанням одного або декількох сильних чинників і безліччю слабких однорідних факторів;

3) описувані квазідетермінірованнимі функціями, тобто регулярними функціями, деякі параметри яких представляються випадковими, якщо вони не впливають на результат, або невідомі досліднику.

У першому випадку тільки розподіл усіх опис здатне дати характеристику загальних закономірностей явища. Детермінований підхід можливий лише при абстрактних міркуваннях (наприклад, задавши початкові умови руху нескінченно великого числа частинок, можна в принципі передбачити їх рух), але практично зробити неможливо.

У другому випадку на перших стадіях вивчення явища можна користуватися детермінованими методами, але в міру підвищення точності опису, вимірювання, подання явища, неминучий перехід до використання імовірнісних моделей.

У третьому випадку імовірнісна модель необхідна лише при рішенні таких завдань, для відображення того факту, що певні параметри сигналу невідомі до проведення досвіду, а отримані в ході окремих дослідів значення його називаються випадковою величиною. Так, якщо на стороні передачі відомі амплітуда, частота і початкова фаза періодичного сигналу, то на стороні прийому один або кілька параметрів сигналу обов'язково невідомі (бо сенс передачі повідомлень в тому і полягає, щоб за допомогою сигналу повідомити невідоме). Тоді факт невідомості параметра сигналу, наприклад фази,

відображають введенням імовірнісного опису його, що і дозволяє кількісно оцінити якість виявлення або вимірювання властивостей слабкого сигналу на тлі шумів. З властивостей розглянутих випадкових явищ слід, що детермінована модель являє собою окремий, вироджений випадок імовірнісної моделі.

Розглянемо властивості імовірнісних моделей. Найбільш загальний спосіб представлення випадкового явища - опис його за допомогою випадкової функції, повністю характеризується *n*-мірної щільністю ймовірності або нескінченної послідовністю узагальнених кореляційних чи інших характеризують функцій. Таким чином, випадкова функція, випадковий процес (ансамбль реалізацій, на якому задана імовірнісна міра) являє собою абстракцію - узагальнену вірогідну модель випадкового явища.

Недолік такого узагальненого ймовірного опису, особливо істотний при експериментальних дослідженнях, полягає в необхідності визначення нескінченно великого числа характеристик складного випадкового явища, описуваного нестаціонарної негауссовских багатовимірної щільністю ймовірності. Тому розробляють конкретні (приватні) імовірнісні моделі, в яких складний випадковий процес представляють складовим з кінцевого числа простих елементів - випадкових і детермінованих функцій, певним чином пов'язаних між собою. При такому описі випадковий процес може бути охарактеризований кінцевим числом функцій і параметрів. Ця властивість надзвичайно цінна для практики, що і визначає важливість завдання створення конкретних моделей випадкових фізичних явищ. У міру розширення обсягу знань про досліджуваний об'єкт, явище сформульоване спочатку як проста формальна модель вдосконалюється, замінюється більш інформативною структурною моделлю.

В теорії вимірювань розглядають моделі різного рівня. За ступенем точності опису явищ розрізняють: ідеальну модель, що дає справжнє, повне, вичерпні розподіл усіх опис явищ, чого практично досягти неможливо, і робочу модель, що дає часткове, але доступне досліднику опису явища, досить точне для розв'язуваної задачі. Аналіз результатів, одержуваних з залученням імовірнісних моделей різного виду, і порівняння результатів, знайдених за допомогою робочих моделей, дозволяють теоретично оцінити похибку вимірювань, розділити їх на окремі складові та виявити причини їх виникнення.

У практиці статистичних вимірювань використання статистичних моделей грає більш просту роль: перед проведенням вимірювань на підставі наявного досвіду вибирають одну-дві конкретні (апріорні) моделі досліджуваного явища, звідки йде перелік статистичних показників, функцій або параметрів, які необхідно змінити та метод вимірювання для кожної з необхідних статистичних характеристик відповідно до поставленої задачі. В результаті вимірювань підтверджується вибір однієї з апріорних моделей, яка тепер уже ставати апостеріорної моделлю процесу для даної постановки завдання.

Відзначимо ще раз, що одне і теж фізичне явище, в залежності від умов завдання, може бути описано різними моделями, а імовірнісні моделі не є винятком з цього правила, яка трактується як реалізація процесу, може бути описана різними імовірнісними моделями - випадковими процесами різного класу.

Висновки

При експериментальному і практичному вібродіагностуванні насосних агрегатів доцільно використовувати комплексну діагностичну модель вібрацій, тобто використовувати різні моделі сигналів вібрації діагностованих вузлів і деталей і, як наслідок, відповідні методи їх обробки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю.** Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. – СПб.: СПбГМТУ, 2000.

2. **Новиков А.К.** Статистические измерения в судовой акустике. – Л.: Судостроение, 1985. – 272 с.

3. **Гольдин А.С.** К вопросу о нормах и принципах нормирования вибрации вращающихся машин // Контроль. Диагностика. 2000. №4. – С.3–10.

4. ISO 10816. Mechanical vibration. Evolution of machine vibration by measurements on non– rotating parts. Part 1–5.

УДК 621.444:629.5.03-8

ЗАСОБИ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ EGR

Гуртовий В.І., Свиридов В.І.
Національний університет кораблебудування, Херсонська філія

Морська транспортна індустрія стикається з підвищеними вимогами по скороченню шкідливих викидів дизельними двигунами. У процесі інноваційної діяльності з модернізації суднових дизелів головну увагу вчені спочатку звертали на економічні показники суднових установок, потім на надійність, а з переходом двигунів на важкі сорта палива - на екологічність.

Рециркуляція ВГ (англ. Exhaust Gas Recirculation (EGR)) - це спосіб значно зменшити утворення NO_X в суднових дизельних двигунах. Використовуючи цей метод, з'являється можливість виконання вимог Tier III.

В системі рециркуляції, після процесу охолодження і очищення, частина ВГ повертається в ресивер свіжого заряду. Таким чином, частина кисню в свіжому заряді замінюється CO_2, що міститься у вихідних газах після процесу згоряння. Ця заміна зменшує вміст O_2 і збільшує теплоємність свіжого заряду, тим самим знижуючи температурний пік згоряння і утворення NO_X. Існують дві системи EGR: високого та низького тиску, в залежності від місця забору відхідних газів. Якщо забір проводиться перед УК, ВГ мають високу температуру і тиск, тому система має більш складну будову скрубера та більш потужний вентилятор, але сама система має більш компактні розміри. В системі низького тиску забір проводиться за УК, тому система має більш просту структуру, але значно більші габарити, що нам не підходить.

Для систем рециркуляції використовуються дві схеми:

1. Система з байпасом, сконфігурованим тільки з одним турбонагнітачем, що використовується для двигунів з діаметром циліндра до 700 мм (

2. Система (T/C cut-out) сконфігурована з двома або більше турбо-нагнітачами і використовується для двигунів діаметром циліндра понад 800 мм.

Кількість ВГ, що перепускаються, характеризується ступенем рециркуляції:

$$k_R = \frac{M_R}{M_R + M_B} \cdot 100\%,$$

де M_R, M_B - маса перепускаємого газу і повітря в циліндрі двигуна.

Рециркуляція газів уповільнює процес згоряння палива і, в кінцевому рахунку, призводить до різкого зменшення викидів NOx (рис.).

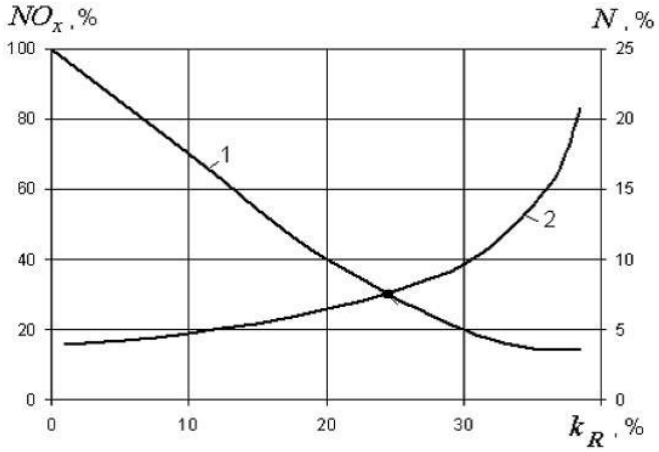


Рисунок. Викиди NOx і сажі в залежності від ступеня рециркуляції:
1 - NOx; 2 – сажа

Разом зі зменшенням оксидів азоту зростає утворення продуктів неповного згоряння (сажі) і погіршується паливна економічність дизеля. Особливо відчутні ці, супутні рециркуляції, негативні явища на максимальних навантаженнях. Через це перепуск газів економічно виправданий лише на дольових режимах ДВЗ і при ступеню рециркуляції на рівні 12-20%. При перевищенні інтенсивності рециркуляції більш 20% різко зростає вміст вуглеводнів в ВГ. Тому рециркуляція ВГ вимагає оптимального і точного регулювання з метою обмеження викидів вуглеводнів і твердих частинок. Зазвичай величину k_R оптимізують шляхом управління перепускним клапаном в залежності від навантаження, частоти обертання, паливної економічності, концентрації NOx і С..

Пристрій навішується на двигун, єдиними додатковими з'єднаннями, що необхідні для роботи блоку є вхід/вихід води для газоочисника і живлення для вентилятора EGR. Двигун з обладнанням EGR буде трохи ширшим, ніж стандартний двигун. Додатковою перевагою інтеграції є те, що двигун може бути протестований перед встановленням на судно, а продуктивність підтверджена на стенді, оскільки всі компоненти EGR доступні під час тестування.

Висновки. Двигуни з обладнанням EGR на теперішній час будуються фірмою «MAN B&W», яка досягла в цьому питанні значних результатів. Двигун з обладнанням EGR має додаткову перевагу інтеграції тим, що двигун може бути протестований перед встановленням на судно, на заводському стенді, а а продуктивність його буде підтверджена під час тестування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Артемов Г.А., Горбов В.М.** Суднові енергетичні установки: Навчальний посібник. - Миколаїв: УДМТУ, 2002. - 356 с.

2. Tier III Two-Stroke Technology. Programme 2016. - MAN Diesel & Turbo, January 2016. - 164 p. (www.mandieselturbo.com)

3. **Бернер Г. Я.** Технология очистки газа за рубежом. Справочник. – М.: Изд-во “Новости теплоснабжения”, 2006. – 260 с.

4. **Беспалов В. И.** Технология осушения выхлопных газов ТЭС с использованием теплоты конденсации водяных паров // Известия ТПУ. 2010.-№4.- 50 с.

5. **Flannigan D.J., Suslick K.S.** Molecular and atomic emission during single-bubble cavitation in concentrated sulfuric acid Acoustics // Research Letters Online.- 2005.-V.6.,№3.- P.157-161.

6. **Колегаев, М. А.** Снижение выбросов с отработавшими газами дизелей (реферативный обзор) [Текст] / М. А. Колегаев, И. И. Черныш // Судовые энергетические установки: научно-техн. сборник ОГМА. – Вып. 5. – Одесса: Техносервис, 2000. – С. 45-50.

7. **Голиков В. А.** Судовые технологические схемы очистки и регенерации тепла уходящих дымовых газов [Текст] / В. А. Голиков, М. В. Голубев // Матеріали 5-ї Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування СЕУТТОО-2014», 1-3 жовтня 2014 р. – Херсон – С.136-139.

УДК: 621.43

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧНОСТИ МОД С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

Калиниченко И.В., ст. преподаватель; Глущенко Т.А., Моторный В.И., студенты
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Херсонский филиал

В начале XXI столетия дальнейшее совершенствование двигателей серии "*MC"* компании "*MAN B&W*" для достижения экономических показателей (уменьшение удельного расхода топлива, цилиндрового масла) сдерживалось возможностями применяемой системы газообмена и подачи топлива.

Еще при создании первых поршневых двигателей для регулировки фаз топливоподачи и газообмена был применен распределительный вал с кулачковыми шайбами, который приводился во вращение от вала двигателя. В дальнейшем его конструкция неоднократно подвергалась модернизации, но кулачок с заранее установленным профилем, зафиксированный на валу, остался определённым препятствием на пути усовершенствования двигателей.

Быстрое развитие электроники за последнее десятилетие позволило вначале в двигателях малой мощности, а потом и в судовых МОД и СОД применить микропроцессорную технику, назначением которой сначала были контроль за работой и дистанционные управление двигателем, а потом и управление процессами топливоподачи, смазки цилиндров.

Первые двигатели с электронным управлением рабочим процессом выпустила компания "*Caterpillar*". Первые судовые двигатели с электронным управлением были введены в эксплуатацию компанией "*Sulzer*" в 2001 г., компанией "*MAN B&W*" – в 2003 г [1].

Двигатель с электронным управлением типа "*ME*" компании "*MAN B&W*" был создан на основе модели "*MC*". Из конструкции двигателя был изъят распределительный вал с его приводом, введено электронное управление процессом топливоподачи, регулированием частоты вращения, процессами пуска и реверсирования, выхлопными клапаном и смазкой цилиндров.

Управление впрыском топлива и выхлопными клапанами осуществляется гидравлическими сервоприводами. Для этого масло из циркуляционной системы смазки пропускается через самоочищающийся десятимикронный фильтр и насосами с приводом от двигателя или электроприводом (во время пуска) сжимается до 20 МПа.

Сжатое масло подается в аккумуляторы, из которых через управляемые клапаны попадает к гидроусилителям давления впрыска топлива и насосом гидропривода выхлопных клапанов.

Электронно-управляемые клапаны впрыска топлива и открытия выхлопных клапанов открываются под действием сигнала, который поступает от электронных блоков, установленных на цилиндре. Гидроусилители давления впрыска топлива представляют собой поршневые сервомоторы, в которых на поршень большего диаметра воздействует масло давлением в 20 МПа, а на плунжер с меньшим в 5 раз диаметром, являющийся продолжением этого поршня, при движении вверх – топливо с давлением в 100

МПа. Момент подачи масла под поршень сервомотора гидроусилителя определяется подачей управляющего импульса от управляющего блока [1].

Программа управляющего блока разрешает изменять фазы открытия и закрытия выхлопных клапанов в зависимости от режимов работы двигателя. Это обеспечивает более экономичную длительную работу на малых нагрузках.

В табл. представлено сравнение тепловых потерь в МОД с электронным управлением рабочего процесса фирмы "*MAN B&W*" в процентном соотношении по сравнению с моделями МОД серии "*MC*".

Таблица. Тепловые потери, а также их изменение в МОД серии "*ME"* по сравнению с МОД серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*" [http://marine.man.eu]

Марка	Мощность МОД N_e	Удельный расход топлива МОД g_e		Потери*							
				С охлажденным воздухом		С охлаж-денной водой		С циркуляцией масла		С отходящими газами	
	кВт	кг/кВт·ч	%**	кВт	%	кВт	%	кВт	%	т/час	%
6S35ME-C9.5	5220	0,175	-1,714	1910	-6,3	730	-13,7	540	0,0	40,6	1,26
6S40ME-C9.5	6810	0,174	-1,724	2500	-6,0	950	-13,7	580	0,0	52,9	1,25
6S46ME-C8.5	8280	0,170	-2,353	3120	-7,7	1140	14,9	700	0,0	66,8	0,44
6S50ME-B9.5	10680	0,168	-2,97	3740	-8,0	1450	0,0	880	-15,9	77,6	-3,59
6S60ME-C8.5	14280	0,169	-1,77	5450	-6,2	1950	-7,2	1080	2,78	116	1,19
6S65ME-C8.5	17220	0,169	-1,77	6820	-8,4	2340	-6,4	1280	-1,56	149	-1,29
6S70ME-C8.5	19620	0,169	-1,77	7110	-6,2	2680	-6,0	1460	2,05	152	1,25
6S80ME-C9.5	27060	0,166	-4,22	10220	-5,3	3630	-19,3	2010	6,97	223	1,65
6S90ME-C9.5	34860	0,166	-3,012	12840	-6,6	4650	8,2	2720	8,17	281	-0,34

* - процентное соотношение изменение тепловых потерь в МОД серии "*ME"* по сравнению с МОД серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*";

** - процентное соотношение уменьшения удельного расхода топлива МОД серии "*ME"* по сравнению с МОД серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*".

Выводы.

1. Изменения, которые внесены в двигатели серии "*ME"* с электронным управлением по сравнению с двигателями серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*" следующие:

Из конструкции извлечены следующие элементы: цепной привод распределительного вала; распределительный вал с кулачками привода ТНВД и выхлопного клапана; ранее применяемые ТНВД и привод выхлопного клапана; электронный регулятор с усилителем и валиком управления подачей ТНВД; лубрикаторы с механически приводом.

Вместо этого установлены: гидравлическая система масла высокого давления с насосами, которые приводятся от двигателя или электродвигателей; электронная система управления с датчиками положения вала; топливный насос высокого давления (ТНВД) и выхлопные клапаны с гидравлически управляемым приводом; встроенные в системы электронного управления функции регуляторы частоты вращения и пуска приводных воздуходувок; лубрикаторы с электронным управлением.

2. Все эти изменения качественно повлияли на уменьшение удельного расхода топлива МОД с электронным управлением рабочего процесса, что видно из табл. Уменьшение удельного расхода топлива для некоторых моделей МОД фирмы "*MAN B&W*" достигает 4 %.

Литература

1. **Горбов, В.М.** Энциклопедия судовой энергетики: учебник / В.М. Горбов, В.П. Кот. – Николаев: НУК – 2013. – 607 с.

УДК 629.122

ПРОГРЕССИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ НА ГРУЗОПАССАЖИРСКИХ ПАРОМАХ ДАМЕН

Селезнёв Станислав Львович, начальник отдела электрики и автоматики
Stanislav.seleznov02@damen.com
ООО «Марин Дизайн Инжиниринг Николаев»,

В последнее время на судах различного назначения и, в частности, на паромах RoPax, строящихся компанией Дамен, применяются прогрессивные системы электродвижения. Назначение и условия эксплуатации паромов на канадских внутренних водах с высокими требованиями к манёвренности определяют уникальную конструкцию корпусов паромов, симметричную относительно мидель-шпангоута. Это, в свою очередь, совместно с жёсткими экологическими требованиями диктует состав объединённой электроэнергетической установки и пропульсивного комплекса [1].

В настоящем докладе рассматриваются два основных подхода к формированию единой электроэнергетической установки. В первом случае применяется гибридная электроэнергетическая установка и гребная электрическая установка, в качестве источников электрической энергии используются дизель-генераторы и аккумуляторная батарея, заряжаемая в штатном режиме с берега. Экономический ход в этом случае обеспечивается за счёт питания от аккумуляторных батарей.

Во втором случае применяется исключительно электрическая энергетическая установка и гребная электрическая установка. Дизель генератор используется только в качестве аварийного по требования Правил [2].

Основными требованиями при проектировании электроэнергетической установки для данной серии паромов являются:

– экологические ограничения, с возможностью снижения выбросов в атмосферу до 95%;

– эксплуатационные расходы, с возможностью снижения до 80%;

– ограничения по массогабаритным показателям, вызванные малой осадкой судна.

Способы реализации данных требований и основные технические решения, применённые при проектировании для реализации пожеланий Заказчика, нашли применение в серии паромов, тем самым подтвердив состоятельность передовых разработок специалистов Дамен.

Данный доклад ставит целью проинформировать о составе и структуре современных прогрессивных электроэнергетических установок, а также об основных подходах и допущениях, используемых их при проектировании [3].

Выводы

1. В докладе рассматриваются основные принципы проектирования гибридных и электрических интегрированных энергетических установок, особенности компоновочных решений, подходы и допущения, применяемые при расчётах.
2. Разбираются особенности формирования электроэнергетических паромов, с учётом жёстких ограничений и требований Заказчика.

Литература

1. **Токарев Л.Н., Комаров В.М., Васин И.М., Попель Г.В.** Судовые электроэнергетические системы. ВМИИ, СПб, 2010, 324 с.
2. Rules and Regulations of Bureau Veritas (BV) 2018.
3. **Васин И.М., Коськин Ю.П., Прокофьев Г.И., Токарев Л.Н.** Об оптимальной частоте номинального напряжения для частотно-регулируемых электродвигателей систем электродвижения / Электрофорум – 2011 - №1 – с. 27-29.

УДК 621.44:629.425

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Вассерман А.А., Слынько А.Г.
Одесский национальный морской университет

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются самыми распространёнными тепловыми двигателями [1], поэтому актуальны усилия, направленные на повышение их экономичности и мощности. Одним из методов повышения мощности ДВС при неизменных его массогабаритных показателях является использование потенциальной энергии отработавших в нём газов. В настоящей работе рассматривается

способ повышения мощности и эффективности ДВС, в которых газы после расширения выбрасываются в окружающую среду.

На рис 1 изображён в координатах *p,v* и *T,s* теоретический цикл ДВС *1-2-3-4-5-1* [1], модифицированный двумя способами. Первая модификация заключается в присоединении к такому циклу теоретического цикла *5-6-7-10-5* [2] утилизационной газовой турбины с расширением газов в турбине до атмосферного давления. Вторая модификация отличается тем, что газы в турбине расширяются до давления ниже атмосферного (процесс 6-8), создаваемого вакуумным насосом в ресивере-охладителе. Отработавшие в турбине газы перед выбросом в окружающую среду охлаждаются в ресивере-охладителе (процесс 8-9) и сжимаются вакуумным насосом до атмосферного давления (процесс 9-10).

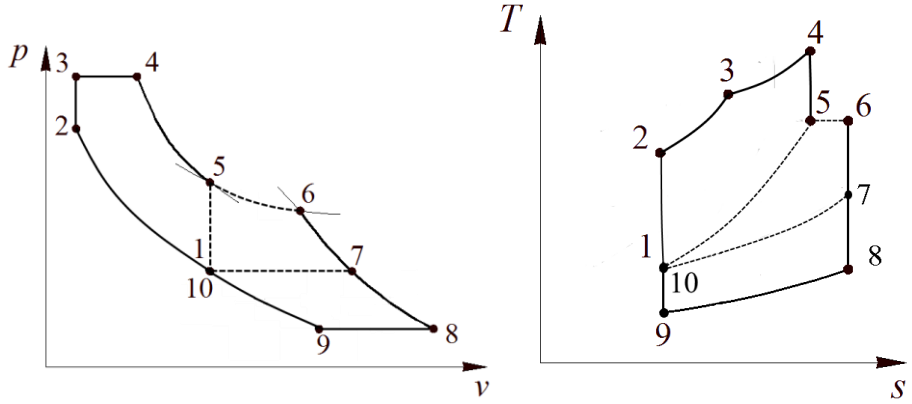


Рис. 1. Теоретические модифицированные циклы ДВС в координатах *p,v* и *T,s*:
1-2-3-4-5-6-7-10(1) – цикл с расширением газов в турбине до атмосферного давления
1-2-3-4-5-6-8-9-10(1) – цикл с расширением газов до давления ниже атмосферного

На рис 2 изображена обобщённая принципиальная схема установки, в которой могут быть осуществлены обе предлагаемые модификации цикла ДВС. Первая реализуется следующим образом. Продувку цилиндров ДВС обеспечивает продувочный насос, подающий сжатый воздух в ресивер **7** (рассматривается двухтактный ДВС)**.** Газы, отработавшие в цилиндрах ДВС **1**, направляются в утилизационную газовую турбину **2,** где расширяются до атмосферного давления и выбрасываются в атмосферу. При этом располагаемая потенциальная энергия газов в турбине превращается в работу. которая используется для привода электрогенератора **6** либо суммируется с основной работой ДВС.

При второй модификации цикла отработавшие газы ДВС расширяются в газовой турбине до давления ниже атмосферного, создаваемого в ресивере-охладителе газов **4** вакуумным насосом **5.** Это увеличивает работу турбины, поскольку увеличивается разность давлений в процессе расширения газов в турбине *6-8*. Газы, отработавшие в турбине, перед всасыванием, сжатием и выбросом в атмосферу вакуумным насосом **5** охлаждают в ресивере-охладителе газов **4** хладоносителем, охлаждаемым в испарителе утилизационной абсорбционной холодильной установки **3**, парогенератор которой нагревают отработавшими в турбине газами. Такое охлаждение (процесс *8-9*) обеспечивает получение работы в части цикла *7-8-9-10-7*. Работа, получаемая в турбине, используется для привода вакуумного насоса **5,** продувочного насоса (на рисунке не показан), а оставшаяся – для привода электрогенератора **6** либо суммируется с работой ДВС.

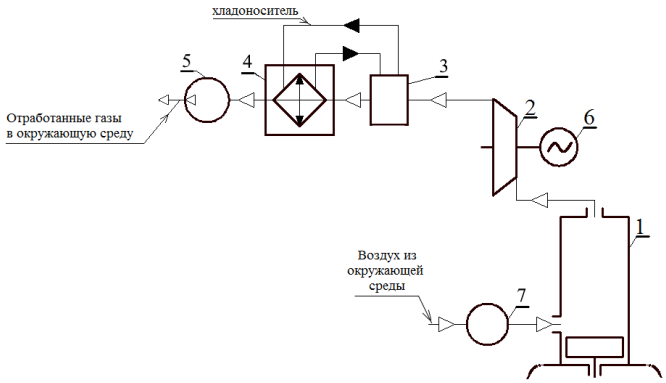


Рис.2. Принципиальная схема устройства модифицированного ДВС

Для иллюстрации эффективности предлагаемых модификаций теоретического цикла ДВС нами выполнены расчеты соответствующих циклов в зависимости от конечного давления расширения газов в турбине. Техническая работа расширения газов в турбине рассчитывалась из соотношения $l_т = c_p(T_6-T_8)$, а

сжатия воздуха в вакуумном насосе – $l_н = c_p(T_9-T_{10})$. Значения термического КПД модифицированного ДВС рассчитывались из соотношения

$$\eta_{t,сум} = \frac{l_{сум}}{q_1},$$

где $l_{сум} = l_{двс} + (l_т – l_н)$ – суммарная работа модифицированного ДВС;

q_1 – теплота, подводимая в цикле.

Расчеты выполнены относительно исходного цикла ДВС, характеристики которого: степень сжатия ε=15, степень повышения давления λ=1,4; степень предварительного расширения ρ=1,2. Начальных параметры воздуха приняты равными: t_1=30°С, p_1=0,101325 МПа. Термический КПД исходного цикла равен 64,21 %. Для удобства анализа полученных результатов они представлены в таблице, где первая строка соответствует расширению газов в турбине до атмосферного давления, а последующие – расширению газов до более низкого давления.

Анализируя данные таблицы, можно установить следующее:

–резкое повышение КПД установки ($\delta\eta_\Sigma$ = 22,5%) имеет место при расширении газов в утилизационной газовой турбины до атмосферного давления;

– при снижении конечного давления расширения газов в турбине значение термического КПД непрерывно повышается и приближается к единице;

– до давления расширения газов 0,05 МПа можно использовать водо-аммиачную утилизационную холодильную установку, генератор пара которой подогревается отработавшими в турбине газами, так как их средняя температура остаётся выше 56 °С;

Таблица. Энергетические характеристики ДВС, модифицированных предлагаемым способом в зависимости от конечного давления расширения газов в турбине

p_8, МПа	$l_к$, кДж/ кг	$l_Т$ кДж/кг	$l_{ГТУ}$ кДж/кг	$l_{сум}$ кДж/кг	δl_Σ, %	t_8, °С	t_9, °С	$\eta_{t,\Sigma}$, %	$\delta\eta_{t,\Sigma}$, %
0,10	-1,1	82,2	81,1	440,9	22,5	227,76	28,86	78,66	22,5
0,09	-10,1	97,1	87,0	446,8	24,2	212,90	19,91	79,72	24,2
0,08	-19,9	113,2	93,3	453,2	25,9	196,82	10,21	80,86	25,9
0,07	-30,6	130,9	100,4	460,3	27,9	179,23	- 0,40	82,11	27,9
0,06	-42,4	150,5	108,1	468,0	30,1	159,74	-12,15	83,50	30,1
0,05	-55,7	172,6	116,9	476,8	32,5	137,76	-25,40	85,07	32,5
0,04	-71,0	198,1	127,0	486,9	35,3	112,38	-40,70	86,87	35,3
0,03	-89,5	228,7	139,2	499,1	38,7	81,96	-59,04	89,04	38,7
0,02	-113,0	267,7	154,7	514,6	43,0	43,11	-82,46	91,80	43,0
0,01	-147,4	324,8	177,4	537,2	49,3	-13,71	-116,7	95,85	49,3

– при давлении расширения газов 0,05 МПа относительные повышения работы и КПД δl_Σ и $\delta\eta_{t,\Sigma}$ достигнут 32,5% по сравнению с соответствующими характеристиками исходногоДВС;

– при конечном давлении расширения газов в турбине 0,05 МПа необходима другая, возможно даже не утилизационная, холодильная установка, на работу которой необходимо будет дополнительно энергию, что уменьшит рост термического КПД.

Выводы. Учитывая широкое использование дизельных двигателей внутреннего сгорания, их модернизация предлагаемым способом позволит существенно экономить топливо. В связи с постоянным ростом стоимости топлива экономия средств при эксплуатации модернизированных ДВС быстро окупит дополнительные капитальные расходы, связанные с их производством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Судовые двигатели внутреннего сгорания / [Фомин Ю.Я., Горбань А.И., Добровольский В.В., Лукин А.И.] – Л.: Судостроение, 1989. – 344 с.

2. **Кириллин В.А.** Техническая термодинамика / Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейнлин А.Е. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с.

Секція 5.
Холод на транспорті, в енергетиці, та агропромисловому комплексі

УДК 621.438.13:621.57

ПРОЕКТНЕ ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ І ПРИРОЩЕННЯ РІЧНОГО СПОЖИВАННЯ ХОЛОДУ

Є.І. Трушляков[1], А.М. Радченко[1], А. А. Стахель[2], С. А. Кантор[2], Зубарєв А.А.[1]
[1] *Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна*
[2] *Західно-Померанський технічний університет, Польща*
[3] *ПАТ "Завод "Екватор", Україна*

Сумісне виробництво енергії, тепла та холоду – перспективний напрям в сучасній енергетиці. Як базові двигуни таких установок комбінованого виробництва енергії застосовуються двигуни внутрішнього згоряння (переважно газопоршневі) та газотурбінні. З підвищенням температури зовнішнього повітря $t_{зп}$ на вході термодинамічна ефективність теплових двигунів, і передусім газотурбінних, знижується. Підвищити ефективність ГТУ можна шляхом кондиціювання повітря (охолодження з осушенням) на вході тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ), що утилізують теплоту відпрацьованих газів [1-2].

В найбільш поширених абсорбційних бромистолітієвих холодильних машинах (АБХМ) повітря охолоджують до температури $t_{п2} \approx 15$ºС за високої ефективності трансформації скидної теплоти в холод: їх тепловий коефіцієнт $\zeta = 0{,}7…0{,}8$. Більше зниження температури повітря до $t_{п2} = 10$ºС і нижче можливе в ежекторних холодильних машинах (ЕХМ), однак за менших теплових коефіцієнтів: $\zeta = 0{,}2…0{,}3$ [3]. Доцільним є двоступеневе охолодження повітря на вході ГТУ: до $t_{п2} = 15…20$ºС в АБХМ, а до $t_{п2} = 10$ºС в ЕХМ, в абсорбційно-ежекторних холодильних машинах (АЕХМ) [4].

Експлуатація систем кондиціювання повітря (СКП) на вході ГТУ характеризується як сезонними, так і добовими коливаннями температур, відповідно й теплових навантажень Q_0 на СКП і ТХМ. То ж важливо вибирати проектне теплове навантаження на СКП, тобто встановлену холодильну потужність (холодопродуктивність) ТХМ Q_0, відповідно до змінних кліматичних умов.

Більшу частину року СКП працюють при знижених теплових навантаженнях, що призводить до непродуктивних витрат потужності ГТУ на подолання аеродинамічного опору повітроохолоджувачів (ПО) на вході ГТУ, а також додаткових капітальних витрат, зокрема вартість ТХМ завищеної потужності. То ж необхідно вибирати таке проектне теплове навантаження на СКП, яке забезпечує досягнення максимального або близького до нього ефекту у вигляді економії палива, збільшення виробництва енергії (механічної/електричної) за певний період, наприклад рік. Оскільки величина ефекту залежить від тривалості т застосування охолодження та обсягів споживання холоду, то непрямою його характеристикою можуть слугувати обсяги холоду, витраченого за рік на кондиціювання повітря на вході ГТУ, тобто річна холодопродуктивність СКП: $\sum(Q_0 \cdot т)$.

Мета дослідження – розробка методу визначення раціонального теплового навантаження системи кондиціювання повітря на вході ГТУ.

Для поширення отриманих результатів на СКП різної холодопродуктивності й ГТУ різної потужності зручніше їх представляти у відносних величинах – для одиночної витрати повітря $G_п = 1$ кг/с, тобто у вигляді питомої холодопродуктивності ТХМ (питомого теплового навантаження СКП): $q_0 = Q_0 / G_п$.

Встановлена (проектна) питома холодопродуктивність ТХМ q_0, з одного боку, повинна покривати витрати холоду на кондиціювання повітря на вході ГТУ на протязі якомога більшого часу упродовж року, що забезпечувало б найбільшу річну холодопродуктивність (річне виробництво холоду) $\sum(Q_0 \cdot т)$. З іншого боку, вона не повинна бути завищеною, щоб більшу частину року СКП експлуатувалась при теплових навантаженнях, близьких до номінального (проектного), інакше матиме місце невисокий коефіцієнт використання ТХМ (експлуатація на часткових навантаженнях, далеких від проектного), а при занижених q_0, навпаки, – недоохолодження повітря на вході ГТУ при високих температурах $t_{нв}$.

З отриманих результатів, можна зробити висновок, що для кліматичних умов експлуатації ГТУ при охолодженні повітря до температури $t_{п2} = 10$ºС раціональною можна вважати проектну питому холодильну потужність ступінчастої АЕХМ (для $G_п = 1$ кг/с) $q_0 \approx 34$ кВт/(кг/с), при якій темп нарощування річного

виробництва холоду $\sum(q_0 \cdot т)$ зберігається достатньо високим, а при охолодженні повітря до $t_{в2}$ = 15ºС в АБХМ – відповідно $q_0 \approx$ 24 кВт/(кг/с). Виходячи з раціональної питомої холодильної потужності вибирають повну встановлену холодильну потужність АЕХМ відповідно до витрати повітря $G_п$ через ГТУ: $Q_0 = G_п \cdot q_0$, кВт.

Для визначення встановленої холодильної потужності (питомої q_0 та повної $Q_0 = q_0 \cdot т$), яка забезпечує максимальний темп нарощування річної холодопродуктивності (річного виробництва холоду) необхідно проаналізувати залежність прирощення питомої (при $G_п$ = 1 кг/с) річної холодопродуктивності $\sum(q_0 \cdot т)$, віднесеної до встановленої питомої холодильної потужності ТХМ q_0 , від встановленої питомої холодильної потужності q_0.

Як показали розрахунки, для кліматичних умов експлуатації ГТУ в межах України за 2017 р. максимальний темп прирощення річної холодопродуктивності $\sum(q_0 \cdot т)/q_0$ (екстремум графіка) при охолодженні повітря до $t_{п2}$ = 15ºС в АБХМ має місце при проектній питомій холодильній потужності q_0 = 12 – 16 кВт/(кг/с), а при його охолодженні до $t_{в2}$ = 10ºС в ступінчастій АЕХМ q_0 = 22 – 26 кВт/(кг/с). Відповідні повні встановлені холодильні потужності АБХМ і АЕХМ, $Q_0 = G_п \cdot q_0$, кВт, забезпечують максимальний темп прирощення річного виробництва холоду.

Оскільки величини встановленої питомої холодильної потужності q_0, які забезпечують максимальний темп прирощення річної холодопродуктивності $\sum(q_0 \cdot т)/q_0$, менше їх величин, визначених відповідно до максимальної річної холодопродуктивності $\sum(q_0 \cdot т)$, то при підвищених температурах зовнішнього повітря $t_{зп}$ матиме місце дефіцит холоду, тоді як при знижених температурах повітря $t_{зп}$, навпаки, його надлишок. То ж надлишок холоду, який утворюються в періоди знижених теплових навантажень, доцільно накопичувати в акумуляторі холоду та використовувати під час збільшених теплових навантажень.

За результатами аналізу даних з річної холодопродуктивності (річного виробництва холоду) та її величини, віднесеної до встановленої холодильної потужності, в залежності від встановленої холодильної потужності холодильної машини запропоновано метод визначення раціонального теплового навантаження системи кондиціювання повітря, отже і встановленої – проектної холодопродуктивності холодильної машини, відповідно до змінних кліматичних умов експлуатації упродовж року, який забезпечує близьке до максимального річне виробництва холоду при відносно високих темпах його нарощування.

Література

1. **Ortiga, J.** Operational optimisation of a complex trigeneration system connected to a district heating and cooling network [Text] / Ortiga Jordi, Bruno Joan Carles, Coronas Alberto // Applied Thermal Engineering. – 2013. – Vol. 50. – P. 1536–1542.

2. **Marque, R.P.** Thermodynamic analysis of trigeneration systems taking into account refrigeration, heating and electricity load demands [Text] / R.P. Marques, D. Hacon, A. Tessarollo, J.A.R. Parise // Energy and Buildings. – 2010. – Vol. 42. – P. 2323–2330.

3. **Радченко, А. Н.** Оценка потенциала охлаж-дения воздуха на входе газотурбинных установок трансформацией теплоты отработанных газов в теплоиспользующих холодильных машинах / А. Н. Радченко, С. А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 4 (111). – С. 56–59.

4. **Радченко, А. Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А. Н. Радченко, С. А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

УДК: 6212.565

ХОЛОДОАГЕНТИ СЬОГОДНІ І В МАЙБУТНЬОМУ

Р.Е. Талибли, М.Г.Хмельнюк
Одеська національна академія харчових технологій

Історія холодоагентів - це довга і циклічна історія. Більшість експертів вказують на безпеку, доступність і екологічність як найважливіші фактори, які слід враховувати при проектуванні системи. Баланс цих факторив рідко зустрічаються лише для одного хладагента. Вибір нових альтернатив означає інвестиції, витрати та зусілля, але якщо ці вибірки будуть зроблені правильно з інноваційним підходом вони відкривають двері для нових можливостей. Розробляючи нові безпечні технології та процедури експлуатації систем **HVAC/R** (Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration), можливо застосовувати хладагенти з низьким GWP, ніж на сьогоднішній день.

На початку, з 1835 року всі холодогенти були легко доступними, оскільки вони існували в природі, або вже використовувалися в промислові процеси. Однак застосування природних холодоагентів, показала на існування проблеми безпеки, включаючи випадки пожеж та отруєнь викликані витоками холодоагента. Саме в

цей час 1930-1950р.р. були винайдені синтетичні холодагенти хлорфторвуглеці (ХФВ) і почали використовуватися в глобальному масштабі.

Розвиток синтетичних хладагентів продовжувався і в 1950-х роках, коли були введені частково хлоровані холодоагенти гідрохлорфторуглеводні (ГХФВ), включаючи R22.

У 70-х роках було виявлено, що хладагенти ХФВ та ГХФВ викликають руйнування озонового шару. ХФУ мають особливо високий потенціал для руйнування озонового шару (ODP). В 1987 році був прийнятий Монреальський протокол - глобальний механізм знищення речовин, що виснажують озоновий шар і який з того часу вважається глобальним успіхом в світі по зниженню небезпечних хімікатів. Замінники холодоагентів, які називаються гидрофторвуглеці (ГФВ), мають ODP нуль, але середньо-високий потенціал глобального потепління (GWP). Через зростаючу загрозу зміни клімату було вивчено використання ГФВ в спробі знизити їх вплив на навколишнє середовище. Наукові дослідження показують, що вплив витоків ГФВ в даний час не може бути головним чинником фактор глобального потепління. Зростання споживання ГФВ, особливо в рамках підрозділів кондиціонування повітря в країнах, що розвиваються, в кінцевому підсумку, робить ГФВ найпопулярнішим джерелом глобального потепління якщо поетапні заходи не будуть введені.

Останні 20 років галузь **HVAC/R** багато в чому зумовлювалася Монреальським протоколом про речовини, що руйнують озоновий шар. Це глобальне міжнародне екологічне угоду об'єднало зусилля 197 країн в боротьбі з використанням летючих галогенорганических з'єднань, широко використовуваних в якості холодоагентів.

У жовтні 2016 року в Кігалі, Руанда, на 28 нараді Сторін Монреальського протоколу про речовини, що руйнують озоновий шар, прийнята нова Кігалійская поправка, яка включила ГФВ в рамки сфери дії Монреальського протоколу.

Цей план планується ввести в дію з 2019року і повинен створити більшу впевненість у прагненні зменшити використання холодоагентів з високим GWP.

В світі розглядаються три основні параметри, які повинні бути узгоджені при досягненні реального стабільного балансу: доступність, безпека та екологічність. Вибираючи новий холодоагент для застосування і досягненя довгострокового, стабільного результата, потрібно щоб всі три параметри розглядатися разом. Важливо подивитися на основні параметри, такі як найнижча вартість життєвого циклу (LLCC), доступність послуг, ефективність роботи та безпека, а також низький GWP холодоагенту.

Сталий розвиток буде досягнутий тільки тоді, коли всі з цих параметрів збалансовані. Досягнення цього балансу вимагатиме ретельної оцінки факторів (рис.1), які впливають на ці параметри. При розробці стійких рішень, існує ще більше факторів які потребують визначити, чи є нові рішення при застосуванні холодоадагента життєздатними.



Рис. 1 Трикутник стійкості холодоагенту

*(Вартість життєвого циклу системи); **(Забезпечення високого показника COP та низький рівень витоку агенту.)

Для кількосної оціники надійності і стабільності розробки промислових рішень для нових хладагентів, компанія Danfoss розробила модель, яка відокремила і розглядає основні параметри (7 Force), наведеної на рисунку 2.

Стрілки розташовані зверху відносяться до економічних факторів, і знизу - це культурні чинники, такі як знання, освіта та інші законодавство Коли баланс між червоними і сірими силами досягає життєздатності на рівні, стає набагато більше шансів, що галузь почне інвестувати в нові рішення та технології. Інвестуючи в нові технології та будуючи компетенції, законодавство та стандартизація є головними чинниками.

Хорошими прикладами промислових рішень є використання CO2 для комерційного охолодження, особливо в супермаркетах.

Заходи щодо зниження споживання ГФВ можуть бути добровільними або запроваджені за регулюванням, але всі вони означають встановлювати межі показників GWP для певних застосувань і викликає основне занепокоєння наявністю більш стійких рішень. Коли створюються нові правила, вони призначені для охоплення та збалансування настанов та заходів, заклопотаність і прогнозування досить успішних результатів, але, зрештою, є завжди ряд проблем, які потребують вирішення з боку лідерів галузі і подальшому законодавчому рішені на шляху змін. Міжнародне і національне регулювання є найбільш важливим фактором стимулювання інвестицій у нові технології.

ГХФВ, зокрема, R22, вже були поступово виведені в ЄС, та близьки до завершення роботи в США та інших розвинених країнах. Розвинени країни почали скасувати ГХФВ у 2015 році і продовжуватимуть свою діяльність до 2030 року. Це важливо пам'ятати, що ГХФВ R22 використовується у багатьох різних додатках, що робить поетапний виклик складним завданням.

Окрім механізмів знищення та поетапного відключення, описаних вище, багато країн застосовують заходи щодо зниження високого рівня охолодження GWP споживання, такі як зважені податки на речовини з великими показниками GWP. Іспанія, Данія, Норвегія та Швеція наклали податки на ГФВ. Крім того, національні стимули у формі субсидії на холодоагенти з низьким вмістом холодоагенту в даний час використовуються в багатьох інших країнах.

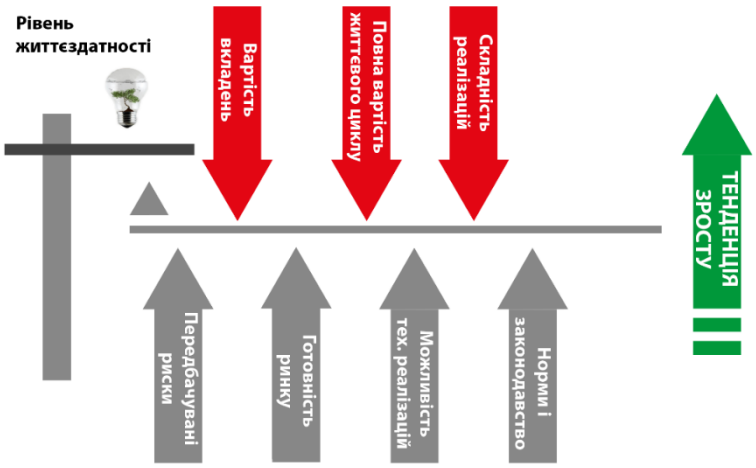


Рис. 2 Модель семи дій.

1. Вартість вкладень – Інвестування у розробку продукту; 2. *Повна вартість життєвого циклу* – Повна вартість продукту від початку виробництва до утилізацій; 3. *Складність реалізацій* – Складнощі пов'язані з виробництвом та реалізцією.

4. Передбачувані риски – Різниця між передбачуваними і дійсними рисками; 5. Готовність ринку – Готовність ринку до засвоєння нових технологій та продуктів; 6. Можливість технічної реалізації – Можливість розробити новий продукт; 7. Норми і законодавство – Норми та законодавство яке виключає заборону податків та добровільні угоди.

Трикутник стабільності (рис.1) показує, що середовище відіграє важливу роль при розробці та використанні холодоадагента. Обидва системні виробники та користувачі хочуть знайти довгострокові рішення, які є екологічно чистими, безпечними та доступними. Дивлячись на різні альтернативи, все вказує на зниження GWP холодоагентів. Природні хладагенти мають низький GWP та є ефективними, і ми очікуємо, що вони стануть найкращим вибором, коли це можливо, хоча безпека все одно буде важливою фактором регулювання використання природних і деяких ГФВ/HFO хладагентів. Тенденція останніх років показує дедалі більшу популярність легкозаймистих, хладагентів A2L, особливо зараз, коли вони були включені в нові стандарти ISO та IEC. В малих системах все більше використовуваються легкозаймисті, холодоагенти A3, такі як пропан і ізобутан. У контексті здатності керувати легкозаймистими хладагенти у 2015 році були започатковані ООН:, два важливих органа - Глобальне Управління Хладагентами (GRMI) та Ліцензії Керування Холодоагентом (RDL). Обидві ці ініціативи спрямовані на розвиток сфери послуг для заохочення компетентного і безпечного впровадження та обслуговування.

ВИСНОВОК. Подальший розвиток галузі **HVAC/R** та використання холодоагентів з низьким GWP, сповільнять процес глобального потепління, допомагаючи забезпечити постійний економічний розвиток, а

також її майбутне життєздатність. Необхідно проводити розробку холодильних систем для холодоагентів з низьким вмістом GWP, як натуральних так і синтетичних, щоб задовольнити потреби клієнтів у практичних та безпечних умовах рішення без падіння енергоефективності. Технологічні розробки разом з визнаням стандартів безпеки, мають нарешті, дозволити почати рухатись до реальних довгострокових рішень застосування холодоагентів з нульовою ODP і малими значенями GWP.

Література

1. Refrigerant option now and in the future /www.refrigerant.danffos.com

УДК 621.438.13:621.57

РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗЕРВУ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНО-ЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ПОВІТРЯ НА ВХОДІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

А. М. Радченко[1], Д. Бутримович[2], М.І. Радченко[1], С. А. Кантор[3], В. С. Ткаченко[3], Б.С. Портной[1], Зубарєв А.А.[1]

[1] *Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна*

[2] *Білостоцький технологічний університет, Польща*

[3] *ПАТ "Завод "Екватор", Україна*

Охолодження повітря на вході енергетичних установок, зокрема газотурбінних установок (ГТУ), тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ), що трансформують в холод теплоту відпрацьованих газів, є одним з основних напрямів підвищення їх ефективності. В найбільш поширених абсорбційних бромистолітієвих холодильних машинах (АБХМ) повітря можна охолоджувати до температури $t_{в2} \approx 15$ºС з високою ефективністю трансформації скидної теплоти в холод: їх тепловий коефіцієнт $\zeta = 0{,}7…0{,}8$ [1, 2]. Більш глибоке охолодження повітря до температури $t_{в2} = 10$ºС і нижче можливе в ежекторних холодильних машинах (ЕХМ), ефективність трансформації скидної теплоти в холод в яких значно менше: $\zeta = 0{,}2…0{,}3$ [3]. То ж доцільним є двоступеневе охолодження повітря на вході ГТУ: до $t_{в2} = 15…20$ºС в АБХМ, а до $t_{в2} = 7…10$ºС в ЕХМ [4, 5]. Відповідно до поточних тепловологісних параметрів зовнішнього повітря суттєво змінюється теплове навантаження на повітроохолоджувачі (ПО), відповідно й витрати холодопродуктивності. При знижених теплових навантаженнях утворюється резерв холодопродуктивності (надлишок порівняно зі встановленою-проектною), який доцільно використовувати для покриття дефіциту при підвищених навантаженнях, завдяки чому зменшити встановлену холодопродуктивність і вартість АБХМ.

Мета дослідження – аналіз даних з резерву холодопродуктивності при знижених теплових навантаженнях на ПО на вході ГТУ та його використання у бустерному ступені попереднього охолодження повітря зі скороченням встановленої холодопродуктивності АБХМ.

Резерв встановленої (проектної) холодопродуктивності АБХМ, що утворюється при знижених теплових навантаженнях, визначають як її надлишок порівняно з поточним сумарним тепловим навантаженням базового високотемпературного ступеня $ПО_{ВТ}$ і бустерного ступеня $ПО_б$ попереднього охолодження повітря за рахунок резерву холодопродуктивності АБХМ, тобто теплообмінника "$ПО_{ВТ}$ +$ПО_б$ ". При цьому резерв холодопродуктивності ЕХМ – надлишок проектного над поточним тепловим навантаженням низькотемпературного ступеня $ПО_{НТ}$, а загальний резерв ТХМ – сума резервів АБХМ та ЕХМ.

Проектне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ визначають як $Q_{0.ВТ16пр} = q_{0.ВТ16пр} \cdot G_п = 16 \cdot 40 = 640$ кВт, виходячи з прийнятого питомого (при витраті повітря $G_п = 1$ кг/с) теплового навантаження $ПО_{ВТ}$ $q_{0.ВТ16пр} = 16$ кВт/(кг/с). При цьому проектне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ з бустерним $ПО_б$: $Q_{0.ВТ24пр} = q_{0.ВТ24пр} \cdot G_п = 24 \cdot 40 = 960$ кВт, де $q_{0.ВТ24пр} = 24$ кВт(кг/с) – загальне питоме теплове навантаження обох $ПО_{ВТ}$ і $ПО_б$, прийняте виходячи з досягнення максимального ефекту (річної економії палива) при охолодженні повітря на вході ГТУ до температури $t_{ВТ2} \approx 15$ºС в АБХМ [3]. Витрата повітря $G_п = 40$ кг/с. Проектне теплове навантаження на $ПО_{НТ}$ визначають як $Q_{0.НТ10пр} = q_{0.НТ10пр} \cdot G_п = 16 \cdot 40 = 400$ кВт, виходячи з прийнятого питомого теплового навантаження $ПО_{НТ}$ $q_{0.НТ10пр} = 10$ кВт/(кг/с) відповідно до максимального річного ефекту.

При визначенні резерву холодопродуктивності АБХМ поточне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ з бустерним $ПО_б$ порівнюють з проектним тепловим навантаженням $Q_{0.ВТ24пр} = q_{0.ВТ24пр} \cdot G_п = 24 \cdot 40 = 960$ кВт, де $q_{0.ВТ24пр} = 24$ кВт(кг/с).

Заміщення (часткове) високотемпературного ступеня $ПО_{ВТ}$ з відповідним скороченням встановленої холодопродуктивності АБХМ можливе за наявності резерву холодопродуктивності, який перевищує її витрати на попереднє охолодження повітря на вході $ПО_{ВТ}$. Відповідно до цього надлишок (резерв) холодопродуктивності АБХМ визначають як $Q_{0.ВТ17изб} = Q_{0.ВТ17пр} – Q_{0.ВТ24} = 680 – Q_{0.ВТ24}$, кВт, а її дефіцит відповідно: $Q_{0.ВТ17д} = Q_{0.ВТ24} – Q_{0.ВТ17пр} = Q_{0.ВТ24} – 680$, кВт. Резерв холодопродуктивності ЕХМ:

$Q_{0.НТ10изб} = Q_{0.НТ10пр} - Q_{0.НТ10} = 400 - Q_{0.НТ10}$, кВт, а її дефіцит: $Q_{0.НТ10д} = Q_{0.НТ10} - Q_{0.НТ10пр} = Q_{0.НТ10} - 400$, кВт. Загальний резерв – $Q_{0.ВОизб} = Q_{0.ВТ17изб} + Q_{0.НТ10изб}$, кВт, а дефіцит: $Q_{0.ВОд} = Q_{0.ВТ17д} + Q_{0.НТ10д}$, кВт. Ці баланси співпадають за умови правильно підібраного проектного сумарного теплового навантаження $ПО_{ВТ}$ і бустерного ступеня $ПО_{б}$, попереднього охолодження повітря за рахунок резерву холодопродуктивності АБХМ, а також $ПО_{НТ}$ за рахунок резерву холодопродуктивності ЕХМ. Однак сама величина резерву холодопродуктивності залежить від конкретних кліматичних умов і проміжку часу, взятого для його визначення. То ж мова може йти про вибір умовно раціональної її величини, виходячи з надлишку (резерву) холодопродуктивності, накопиченого упродовж певного періоду. Про наближення до неї свідчить зближення надлишку холодопродуктивності з його дефіцитом.

Як показали результати дослідження, при проектних теплових навантаженнях на $ПО_{Б}$ 320 кВт, $ПО_{ВТ}$ 640 кВт і $ПО_{НТ}$ 400 кВт поступова витрата накопиченого за 3 доби холоду усуває дефіцит холодопродуктивності АБХМ, про що свідчить зміна його сумарної величини: від $\Sigma Q_{0.ВОд}$ = 2500 кВт·год до $\Sigma Q_{0.ВОАк.д}$ = 0. Наявність значного надлишку холодопродуктивності після покриття дефіциту $\Sigma Q_{0.ВОАкизб}$ підтверджує правомірність вибору зменшеного проектного теплового навантаження на $ПО_{ВТ}$, відповідно й сумарного навантаження на $ПО_{ВТ}$ та $ПО_{НТ}$ (холодопродуктивності АБХМ і ЕХМ) 1040 кВт при використанні резервного холоду в бустерному $ПО_{Б}$ порівняно з початковим 1360 кВт (без використання $ПО_{Б}$), а також наявність резерву для подальшого скорочення встановленої холодопродуктивності АБХМ.

З метою збільшення ефективності використання резервного холоду було розглянуто варіант з більшим зменшенням проектного навантаження на $ПО_{ВТ}$ до 480 кВт, тобто наполовину порівняно з вихідним 960 кВт, зі збільшенням навантаження на $ПО_{Б}$ до 480 кВт при збереженні його величини на $ПО_{НТ}$ (відповідно й ЕХМ) 400 кВт.

Згідно з отриманими результатами, при проектних теплових навантаженнях на $ПО_{Б}$ 480 кВт, $ПО_{ВТ}$ 480 кВт і $ПО_{НТ}$ 400 кВт поступова витрата накопиченого за 3 доби холоду ліквідує дефіцит холодопродуктивності АБХМ, про що свідчить зміна його величини: від $\Sigma Q_{0.ВОд}$ = 9500 кВт·год до $\Sigma Q_{0.ВОАк.д}$ = 0. Відповідно має місце скорочення резерву холодопродуктивності після покриття дефіциту $\Sigma Q_{0.ВОАкизб}$ до ≈ 15 % початкового варіанту без використання $ПО_{Б}$, що підтверджує можливість зменшення наполовину початкової проектної холодопродуктивності АБХМ, накопичення надлишку холоду при знижених теплових навантаженнях в $АК_{НТ}$ з наступним його використанням у $ПО_{Б}$ при підвищених теплових навантаженнях при практично незмінному тепловому навантаженні ступеня $ПО_{НТ}$ та зменшеній холодопродуктивності АБХМ і ЕХМ 880 кВт порівняно з початковою 1360 кВт (без використання $ПО_{Б}$ повітря на вході).

Показана можливість зменшення проектного теплового навантаження на ТХМ шляхом використання при підвищених теплових навантаженнях резерву холоду, який утворюється в часи знижених поточних теплових навантажень.

Обгрунтована доцільність застосування бустерного ступеня попереднього охолодження повітря на вході ГТУ шляхом використання резерву холодопродуктивності, який завдяки адаптації до поточних кліматичних умов забезпечує зменшення до 50 % встановленої холодопродуктивності, відповідно і вартості АБХМ.

Література

1. **Popli S.** Trigeneration scheme for energy efficiency enhancement in a natural gas processing plant through turbine exhaust gas waste heat utilization [Text] / Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Energy. – 2012. – №93. – С. 623–636.

2. **Popli S.** Gas turbine efficiency enhancement using waste heat powered absorption chillers in the oil and gas industry [Text]/ Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Thermal Engineering. – 2013. – №50. – P. 918–931.

3. **Радченко, А.Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

4. **Радченко, А. Н.** Методологический подход к рациональному проектированию комбинированнойтеплоиспользующей системы охлаждения воздухана входе газотурбинной установки [Текст] / А. Н. Радченко, С. А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология.–2015.–№ 4(121). – С. 76 – 79.

5. **Радченко, А. Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А. Н. Радченко, С. А. Кантор // Авиацион- но-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

УДК 621.438.13:621.57

ВИКОРИСТАННЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АБСОРБЦІЙНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ У БУСТЕРНОМУ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧІ НА ВХОДІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

А. М. Радченко[1], Л. Богдаль[2], Р. М. Радченко[1], С. А. Кантор[3] , Б.С. Портной[1]
[1] *Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна*
[2] *Кошалінський технічний університет, Польща*
[3]*ПАТ "Завод "Екватор", Україна*

Застосування тепловикористовуючих холодильних машин (ТХМ), що утилізують теплоту, наприклад відпрацьованих газів енергетичних установок, для охолодження повітря на вході дозволяє підвищити ефективність, зокрема газотурбінних установок (ГТУ) при високих температурах зовнішнього повітря на вході $t_{нв}$ [1–3]. Абсорбційні бромистолітієві холодильні машини (АБХМ) забезпечують охолодження повітря до температури близько15ºС [1, 2].

Зменшити встановлену (проектну) холодильну потужність АБХМ, а отже і її вартість, можна шляхом накопичення надлишку холоду, який утворюється при знижених поточних температурах зовнішнього повітря на вході ГТУ, та його використання для попереднього охолодження повітря при його підвищених температурах.

Мета дослідження – аналіз співвідношення поточного теплового навантаження та резерву холодопродуктивності АБХМ, який утворюється при зменшених теплових навантаженнях на ПО на вході ГТУ й акумулюється за певний період часу (наприклад 3 доби), та використовується для попереднього охолодження повітря при його підвищених температурах.

Резерв холодопродуктивності АБХМ, а відтак і скорочення її встановленої (проектної) величини, визначається співвідношенням проектного теплового навантаження повітроохолоджувача (ПО) на вході ГТУ і поточного відповідно до параметрів зовнішнього повітря. Попередньо приймають питоме (при витраті повітря $G_п$ = 1 кг/с) теплове навантаження ПО (встановлену питому холодопродуктивність АБХМ) заниженим $q_{016пр}$ = 16 кВт/(кг/с) порівняно з $q_{024пр}$ = 24 кВт/(кг/с), необхідним для охолодження зовнішнього повітря до температури 15ºС, з урахуванням того, що решта покривається за рахунок використання резерву холодопродуктивності у бустерному ступені $ПО_б$ повітроохолоджувача.

Питоме теплове навантаження обох повітроохолоджувачів ПО і $ПО_б$ прийняте $q_{024пр}$ = 24 кВт(кг/с), виходячи з максимального річного ефекту від охолодження (річної економії палива) при зниженні температури повітря на вході ГТУ в АБХМ до $t_{в2} \approx$ 15ºС [3]. Тоді повне проектне теплове навантаження на ПО визначають як $Q_{016пр} = q_{016пр} \cdot G_п = 16 \cdot 40 = 640$ кВт, де $G_п$ = 40 кг/с – витрата повітря через ПО.

При визначенні резерву холодопродуктивності АБХМ проектне теплове навантаження $Q_{016пр} = q_{016пр} \cdot G_п = 640$ кВт, де $q_{016пр}$ = 16 кВт(кг/с), порівнюють з поточним тепловим навантаженням, необхідним для охолодження зовнішнього повітря на вході ГТУ в АБХМ до температури $t_{в2} \approx$ 15ºС відповідно до поточних параметрів зовнішнього повітря .

Зменшення теплового навантаження основного ступеня повітроохолоджувача ПО з відповідним скороченням встановленої холодопродуктивності АБХМ можливе лише тоді, коли необхідні поточні витрати на охолодження повітря в обох ПО і $ПО_б$ до температури $t_{в2} \approx$ 15ºС на вході ГТУ менше ніж проектне теплове навантаження основного ПО (встановлена холодопродуктивність АБХМ). Відповідно, надлишок (резерв) холодопродуктивності АБХМ визначають як $Q_{016изб} = Q_{016пр} - Q_{024} = 640 - Q_{024}$, кВт, а її дефіцит відповідно: $Q_{016д} = Q_{024} - Q_{016пр} = Q_{024} - 640$, кВт, де Q_{024} – поточне теплове навантаження обох ПО і $ПО_б$. Баланси співпадають, якщо вдало вибране проектне теплове навантаження основного ПО з урахуванням того, що решта покривається за рахунок використання резерву холодопродуктивності АБХМ у бустерному ступені $ПО_б$ попереднього охолодження повітря.

При цьому необхідно приймати до уваги конкретні кліматичні умови і періоди, прийняті для розрахунку (наприклад 3 доби), від яких залежить накопичення резерву холодопродуктивності. Розподіл теплових навантажень ступенів охолодження повітря визначається поступовою (наприклад упродовж кожних 3 діб) витратою резерву холодопродуктивності на попереднє охолодження повітря у бустерному ступені $ПО_б$, про що свідчить зближення її надлишку та дефіциту для основного ПО та бустерного ступеня $ПО_б$ за прийнятий період часу.

Результати розрахунків показали, що сумарний за липень 2017 р. надлишок (резерв) холодопродуктивності АБХМ $\Sigma Q_{016изб}$, утворений при знижених теплових навантаженнях, значно перевищує її дефіцит $\Sigma Q_{016д}$ при підвищених теплових навантаженнях. При цьому стійкий ріст дефіциту холодопродуктивності АБХМ $\Sigma Q_{016д}$ має місце, починаючи з певного періоду, що обумовлено постійним перевищенням значень поточного теплового навантаження Q_{024} (без акумуляції і використання резерву холодопродуктивності АБХМ) проектного навантаження $Q_{016пр}$ =640 кВт, прийнятого з погляду застосування акумуляції і використання резерву холодопродуктивності АБХМ.

Використання резерву холодопродуктивності АБХМ у бустерному ступені $ПО_б$ забезпечує скорочення встановленої холодопродуктивності АБХМ на величину проектного теплового навантаження $Q_{0.8пр} = q_{0.8пр} \cdot G_п = 8 \cdot 40 = 320$ кВт, тобто приблизно на 30 % порівняно з базовим $Q_{024пр} = q_{024пр} \cdot G_п = 24 \cdot 40 = 960$ кВт.

Встановлено, що накопичуваного резерву холодопродуктивності упродовж кожних трьох діб вистачає для покриття її дефіциту. Доволі значний надлишок холодопродуктивності АБХМ на кінець місяця $\Sigma Q_{0изб\text{-}д(місяць)}$ свідчить про можливість його подальшого використання шляхом зменшення встановленої холодопродуктивності АБХМ менше $Q_{016пр} = 640$ кВт з її заміщенням резервом холодопродуктивності, тобто перерозподілом теплового навантаження між ступенями охолодження в бік збільшення навантаження на бустерний ступінь попереднього охолодження.

Охолодження повітря на вході ГТУ з використанням резерву холодопродуктивності АБХМ, який утворюється при знижених теплових навантаженнях, для попереднього охолодження повітря у бустерному ступені повітроохолоджувача забезпечує зменшення на 30 % встановленої холодопродуктивності, відповідно і вартості АБХМ.

Література

1. **Popli S.** Trigeneration scheme for energy efficiency enhancement in a natural gas processing plant through turbine exhaust gas waste heat utilization [Text] / Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Energy. – 2012. – №93. – С. 623–636.

2. **Popli S.** Gas turbine efficiency enhancement using waste heat powered absorption chillers in the oil and gas industry [Text]/ Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Thermal Engineering. – 2013. – №50. – P. 918–931.

3. **Радченко, А.Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

УДК 621.577 + 697.1

ТЕРМОДИНАМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО І АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ТЕПЛОНАСОСНО-РЕКУПЕРАТОРНІЙ СХЕМІ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

Безродний Михайло Костянтинович, д-р. техн. наук, проф., ,
Притула Наталя Олександрівна, канд. техн. наук, асист.,
Місюра Тимофій Олексійович, студент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ,

Зростання потреби в енергії, тепловій чи електричній, є безперервною та закономірною тенденцією, що обумовлена стрімким технологічним прогресом людства. Більша частина цієї енергії отримується шляхом спалювання первинних енергоресурсів, що з ексергетичної точки зори, хоч і не є ефективним, проте залишається єдиним способом реалізації хімічної енергії палива. Запаси корисних копалин, як відомо, не є невичерпними, і можна цілком справедливо стверджувати, що інтенсивне використання різноманітними галузями невідновлюваних джерел енергії буде тільки швидше наближати нас до стану їх повної утилізації.

Існує також очевидна необхідність підвищення ефективності використання енергії в будівлях. На потреби житлово-комунального сектора в світі використовується більше третини первинних енергоресурсів. У кліматичних умовах України на забезпечення опалення виробничих, адміністративних і житлових будівель використовуються близько 40% паливно-енергетичних ресурсів, що споживається в країні. Житлово-комунальне господарство України є одним із найбільш енергоємних в світі, що є абсолютно не раціональним з точки зору використання корисної енергії [1]. Тому останніми роками актуальним питанням у теплоенергетичній сфері стало знаходження шляхів, які б змогли зменшити навантаження на традиційні установки.

У нетрадиційній енергетиці теплові насоси зарекомендували себе ефективними низькопотенційними альтернативними джерелами енергії. Теплові насоси з використанням атмосферного повітря в якості нижнього джерела набули широкого застосування через низькі капіталовкладення в порівнянні з іншими джерелами енергії, необмеженість та доступність джерела теплоти. Проте їх значним недоліком є втрата потужності та ефективності із зниженням температури повітря [2].

В Україні середня розрахункова температура на опалення становить -20°С, що є недостатнім для ефективного використання теплонасосної системи для цілей опалення та вентиляції протягом усього холодного періоду року. Адже за даних умов коефіцієнти трансформації та використання первинної енергії палива знаходяться нижче загальноприйнятих енергоефективних значень.

Тому для забезпечення роботи теплового насоса протягом усього опалювального періоду виникає потреба у розробці та дослідженні комбінованих теплонасосних систем з використанням додаткових джерел теплоти для покращення температурних умов на вході до випарника теплового насоса за низьких значень температури атмосферного повітря.

Для громадських будівель з постійним перебуванням людей вимагається кратність вентиляції за годину від 0,8 до 1 об'єму приміщень, у яких найчастіше перебувають відвідувачі чи працівники. Системи циркуляції повітря в таких будівлях дають змогу не тільки використовувати теплові насоси для утилізації теплоти вентиляційних викидів, а й поєднувати їх разом із рекуператорами теплоти [3].

У зв'язку з цим авторами запропонована та проаналізована принципова теплонасосно-рекуператорна схема опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря.

На рис. 1 зображена принципова теплонасосно-рекуператорна схема опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря.

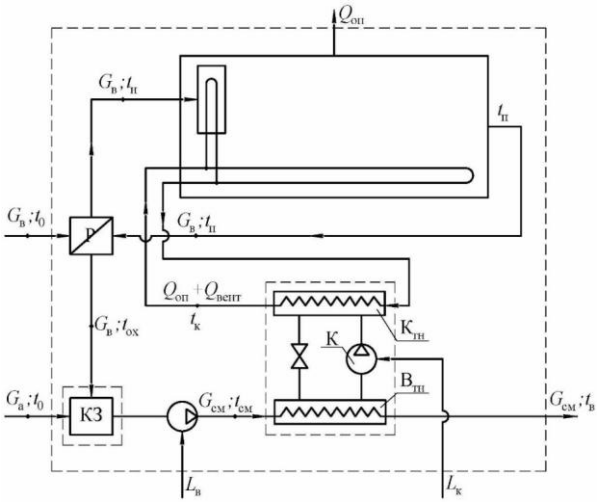


Рис. 1. Принципова теплонасосно-рекуператорна схема опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря: $К_{тн}$ – конденсатор ТН; $В_{тн}$ – випарник ТН; К – компресор; В – вентилятор; КЗ – камера змішування; Р – рекуператор.

Розроблено теоретичну модель теплонасосно-рекуператорної схеми опалення та вентиляції та виконано числовий аналіз її термодинамічної ефективності. Аналіз даної схеми показав, що за рахунок рекуперації теплоти вентиляційного повітря сумарні питомі затрати зовнішньої енергії на опалення та вентиляцію зменшуються у порівнянні зі схемами, джерелами яких є лише атмосферне або вентиляційне повітря. Були отримані графічні залежності з зображенням оптимальних режимів роботи теплонасосної системи. Ефективність роботи теплонасосно-рекуператорної схеми опалення та вентиляції з урахуванням затрат енергії на привід компресора ТН і вентилятора, що нагнітає суміш повітря через випарник ТН, можна охарактеризувати величиною питомих затрат зовнішньої енергії на опалення та вентиляцію, яка являє собою відношення затраченої зовнішньої енергії на одиницю отриманої теплоти для задоволення потреб опалення та вентиляції. Встановлено, що навіть за низьких значень параметра m (відношення потоку теплоти на вентиляцію $Q_{вент}$ до потоку теплоти на опалення $Q_{оп}$) питомі затрати зовнішньої енергії у досліджуваній схемі на 22 – 28% менші, ніж у схемі з утилізацією тільки теплоти атмосферного повітря (при m = 1 – 1,5 за розрахункової температури -20°С).

Література:

1. **Куделя П.П.** Низькоексергетичні опалювальні системи / П.П.Куделя, А.С. Соломаха. – К.:НТУУ «КПІ», 2015. – 153 с.
2. **Гершкович, В. Ф.** Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами [Текст] / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП "Энергоминимум", 2009. – 60 с.
3. **Безродний М. К.** Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: монографія / М. К. Безродний, Н. О. Притула. – К.: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 272с.

УДК 621.577+697.1

ТЕРМОДИНАМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СХЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ І ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ

Д.т.н., проф., Безродний М.К., к.т.н., ас. Притула Н.О., магістрант Осповський С. О.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,

На даний час теплонасосні технології, що набули широкого розповсюдження у світі, являють собою один із найбільш перспективних напрямків у вирішенні проблем енергозбереження як у сфері виробництва енергії, так і в технологічних процесах. Застосування теплових насосів в системах теплопостачання сприяє ефективному використанню енергії довкілля і характеризується вражаючими темпами росту діючих установок в багатьох країнах світу [1].

На жаль, рівень використання теплонасосних систем в Україні з цілого ряду причин залишається незадовільним і однією з таких причин є несприятливі кліматичні умови. Однак, використовуючи ґрунтові теплові насоси ця проблема відпадає, адже ґрунт на глибині нижче глибини промерзання має постійну сталу температуру, яка дорівнює приблизно 3-5 ºС [2], тому можливо забезпечити постійний тепловий потік від ґрунту для теплопостачання будівлі. Однак, в даному випадку можна говорити про дороговизну устаткування для схеми теплопостачання, зокрема ґрунтових колекторів.

В зв'язку з викладеним набуває актуальності розробка і дослідження термодинамічної або енергетичної ефективності комбінованих теплонасосних систем теплопостачання з використанням декількох низькотемпературних джерел енергії, що може знизити продуктивність вертикальних ґрунтових колекторів, і, тим самим, мінімізувати затрати на їх закупівлю і встановлення. Принципова схема комбінованої системи низькотемпературного водяного опалення та вентиляції з використанням теплоти ґрунту та вентиляційних викидів зображена на рис. 1. Для вилучення теплоти з ґрунту та використання його як нижнього джерела теплоти для ТНС опалення в даній схемі застосовується вертикальні ґрунтові теплообмінники. Головні їх переваги – це високий коефіцієнт трансформації за рахунок постійної високої температури джерела теплоти, простота обслуговування геотермальних теплообмінників, для їхньої установки необхідна невелика площа ділянки, недолік – високі початкові капіталовкладення на інсталяцію обладнання (буріння свердловини, погодження цих робіт з відповідними організаціями і т.п.).

В рамках даної роботи запропонована комбінована теплонасосна схема низькотемпературного опалення та вентиляції, виконана на основі ґрунтового теплового насосу з використанням, як додаткового джерела теплоти, вентиляційних викидів будинку. Проведено термодинамічний аналіз такої схеми, на основі якого зроблені висновки щодо зменшення питомих затрат зовнішньої енергії на вироблення теплоти в системі опалення та вентиляції та зниження капітальних затрат на встановлення ґрунтового контуру теплонасосної установки. Особливістю даної схеми є додаткове встановлення рекуператора, в якому теплота відбирається від вентиляційних викидів [3] будівлі і використовується для попереднього підігріву припливного повітря. Таким чином, за рахунок використання скидної теплоти вентиляційного повітря зменшується необхідне теплове навантаження на тепловий насос і, відповідно, зменшуються продуктивність і проектні розміри грунтових зондів.

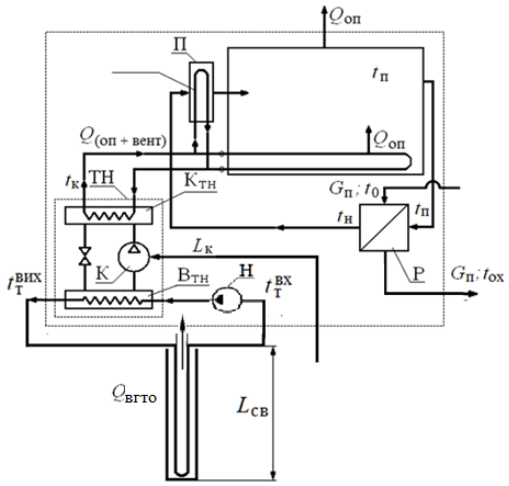


Рис. 1. Принципова схема комбінованої теплонасосної системи опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційних викидів і ґрунту: ОП – опалюване приміщення, ТН – тепловий насос, $К_{тн}$ – конденсатор ТН, $В_{тн}$ – випарник ТН, К – компресор, Н – насос, Р – рекуператор, П – підігрівач вентиляційного повітря, $L_К$ – робота приводу компресора ТН, $L_{св}$ – глибина свердловини.

Як показник термодинамічної ефективності вибрано величину сумарних питомих затрат зовнішньої енергії на теплонасосну систему, яка являє собою відношення затраченої зовнішньої енергії на одиницю отриманої теплоти для задоволення потреб опалення і вентиляції. Проведені числові розрахунки показали, що в залежності від відношення витрат теплоти на вентиляцію і опалення в діапазоні 1,0…2,0, а також коефіцієнта рекуперації теплообмінника-рекуператора в діапазоні 0,4…0,8 даний показник при розрахунковій температурі зовнішнього повітря -20 °С зменшується на величину від 20 до 50 %. Відповідно зменшуються всі витраті показники на тепловий насос і грунтовий теплообмінник.

Література

1. **Мацевитый Ю. М.** О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины / Ю. М. Мацевитый, Н. Б. Чиркин, Л. С. Богданович, А. С. Клепанда // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 3. – С. 20–31.
2. **J. Lund** Geothermal (ground-source) heat pumps a world overview / B. Sanner, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellstrom // GHC BULLETIN. – September 2004. – P. 1 – 10.
3. **Безродний М. К.** Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: монографія / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – Київ : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 272 с.

УДК 629.12:621.57

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИКЛОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРИ РАБОТЕ НА ХЛАДАГЕНТЕ R134a

Вассерман А.А., Мальчевский В.П.
Одесский национальный морской университет

В современных холодильных установках используются смеси озонобезопасных хладагентов, включающие R134a. Получение данных о термодинамических свойств компонентов таких смесей является важной задачей. На основании экспериментальных *p*,ρ,*T*-данных и данных об изохорной теплоёмкости нами составлено уравнение состояния тетрафторэтана R134a, которое может быть использовано для расчёта его термодинамических свойств, а также для составления уравнений состояния смесевых хладагентов. Коэффициенты уравнения состояния определены методом пошагового регрессионного анализа [1]. Для составления этого уравнения использованы экспериментальные данные из сорока источников, в которых приведены *p*,ρ,*T*-данные для однофазной области, кривой насыщения, а также данные об изохорной теплоёмкости. Данные были получены в период активного исследования свойств озонобезопасных хладагентов с 1989 по 1996 год, их общее количество около 1700.

Уравнение состояния представляет зависимость безразмерной свободной энергии Гельмгольца от температуры и плотности:

$$\Phi = \frac{A(\omega,\tau)}{RT} = \Phi^0(\omega,\tau) + \Phi^r(\omega,\tau), \quad (1)$$

где Φ – безразмерная свободная энергия Гельмгольца, $A(\omega,\tau)$ – свободная энергия Гельмгольца, Φ^0 и Φ^r – идеально-газовая и реально-газовая части свободной энергии, $\omega = \rho/\rho_{кр}$ – приведенная плотность, $\tau = T/T_{кр}$ – приведенная температура, $\rho_{кр}$ и $T_{кр}$ – критические параметры.

Функция Φ^0 определяется на базе данных об идеально-газовой теплоёмкости, а функция Φ^r – по данным о термических и калорических свойствах сжатого газа.

Уравнение состояния R134a описывает использованные при его составлении экспериментальные данные со средними квадратическими отклонениями 0,28% по плотности и 2,1% по изохорной теплоёмкости. Оно введено в автоматизированную информационную систему, разработанную нами [2]. Система позволяет определять свойства ряда веществ, в том числе хладагентов R22, R32, R125, R134a, R143a, R290, R717, R729, R744 и смесей R32/R125, R125/R290, R134a/R290, R23/R744 и R41/R744 при 12 комбинациях независимых переменных. По формулам, полученным на основе известных соотношений, связывающих свободную энергию с другими термодинамическими свойствами, рассчитываются значения плотности, энтальпии, энтропии, изохорной и изобарной теплоёмкостей.

Данные о свойствах позволяют оценить эффективность новых хладагентов как рабочих тел холодильных установок. При использовании альтернативных хладагентов холодильные установки по своей энергетической эффективности должны, по меньшей мере, не уступать прежним, а желательно превосходить их. Как известно, энергетическая эффективность термодинамических циклов холодильных установок оценивается

холодильным коэффициентом, для вычисления которого необходимо определить значения энтальпии хладагента в характерных точках цикла. С этой целью нами разработана программа для расчёта циклов парокомпрессорных холодильных установок [3].

Расчёт цикла включает определение термодинамических свойств хладагента в характерных точках, удельной массовой и объёмной холодопроизводительностей q_0 и q_{0v}, удельной работы $l_ц$ и холодильного коэффициента ε. Программа расчёта предусматривает ввод наименования хладагента (либо смеси) и значений температур испарения и конденсации. Для неазеотропных смесей в качестве таких температур принимаются температуры в конце указанных процессов, и по ним определяются соответствующие значения давления. Далее рассчитываются свойства в характерных точках цикла по уравнениям состояния. Свойства в однофазной области определяются при независимых переменных *p*, *t*; *p*, *h* либо *p*, *s*, а свойства насыщенных пара и жидкости и влажного пара — при переменных *p*, *x*. На заключительном этапе рассчитываются характеристики цикла: q_0, q_{0v}, $l_ц$ и ε.

Расчёты показали, что при изменении температуры испарения от минус 10 до минус 30°С и температуры конденсации от 25 до 40°С значения холодильного коэффициента цикла при работе установки на тетрафторэтане находятся в интервале от 3,6 до 4,5, а значения удельной объёмной холодопроизводительности — в интервале от 648 до 1382 кДж/м^3. Полученные результаты свидетельствуют о том, что тетрафторэтан достаточно эффективный хладагент. Его можно использовать как в чистом виде, такт и для получения новых эффективных смесей как с альтернативными, так и с природными хладагентами.

Выводы. На основе массива надёжных экспериментальных данных получено новое уравнение состояния тетрафторэтана R134a. Уравнение введено в автоматизированную информационную систему, разработанную в ОНМУ, с помощью которой рассчитаны термодинамические свойства этого хладагента. Данные о термодинамических свойствах позволили оценить эффективность хладагента и отметить возможность использования его в качестве компонента новых смесей хладагентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **de Reuck K.M., Armstrong B.** A method of correlation, based on a step–wise least square technique, and its application to an equation of state for propylene. Cryogenics. – 1979. – V. 19. – P. 505–512.

2. **Вассерман А.А., Мальчевский В.П.** Система для расчёта теплофизических свойств криогенных веществ и альтернативных хладагентов. *Технические газы*. Одеса, 2007. № 5. С. 57-63.

3. **Вассерман А.А., Мальчевский В.П.** Программа для расчёта термодинамических циклов холодильных установок и выбора компрессоров. *Вісник Одеського національного морського університету*, Одеса, 2008. Вип. 25. С. 157-165.

УДК 697.94.(075)

ЕКСЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАМІНИ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА R410A НА R32 У SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІ

Лабай Володимир Йосифович, д.т.н., проф.,
Довбуш Олександр Михайлович, ст. викл.,
Ярослав Віталій Юрійович, ст. викл.,
Нац. ун-т «Львівська політехніка», м. Львів

Сьогодні для України проблема заощадження енергетичних ресурсів особливо актуальна в умовах ринкової економіки за обмежених ресурсів основних енергоносіїв – нафти та газу.

Для заощадження енергетичних ресурсів у деяких провідних європейських країнах і в США запровадили ексергетичний аналіз як обов'язкову складову розроблюваних проектів, а також планів модернізації виробництв [1, 2]. Ця методологія була обґрунтована у роботах Р.К. Клаузіуса, Дж.В. Гіббса, Ж. Гюі, А. Стодоли, Я. Шаргута та Р. Петели.

Ексергетичний аналіз дозволяє встановити максимальні термодинамічні можливості split-кондиціонера, визначити втрати ексергії в ньому та обґрунтувати рекомендації з вдосконалення окремих його елементів [1, 2].

Метою цієї роботи є визначення ексергетичного ККД та втрат ексергії в окремих елементах split-кондиціонера фірми "Daikin", яка переходить з двокомпонентного холодильного агента R410A на однокомпонентний R32.

Для проведення ексергетичного аналізу будували процес роботи холодильної машини split-кондиціонера (рис.1, *а*) *без охолодження компресора* в термодинамічній *p*,*i*-діаграмі (рис.1, *б*). У характерних точках схеми за діаграмою або за таблицями знаходили параметри холодильного агента.

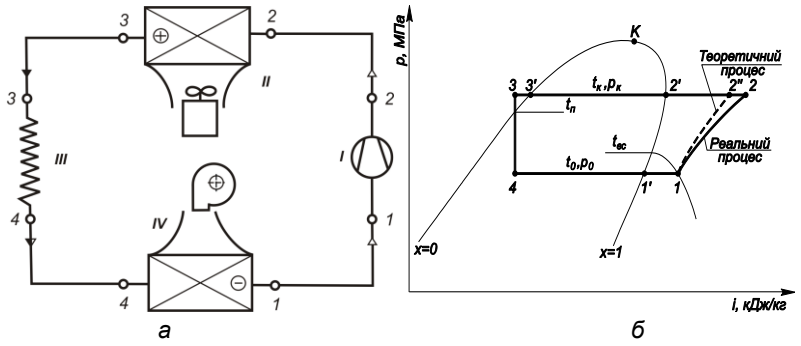


Рис. 1. Схема холодильної машини split-кондиціонера (а) та побудова процесів роботи на p,i-діаграмі (б): I – компресор; II – конденсатор; III – капілярна трубка; IV – випарник

Ексергетичний баланс для холодильної машини split-кондиціонера має такий вигляд [1, 2]:

$$E_{\text{вх}} = E_{\text{вих}} + \sum_{i=1}^{n} D_i \text{ , Вт,} \qquad (1)$$

де $E_{\text{вх}}$ – ексергія приводу холодильної машини split-кондиціонера, яка витрачається на підтримання процесу, Вт; $E_{\text{вих}}$ – приріст ексергії повітря у кондиціонованих приміщеннях, Вт; $\sum_{i=1}^{n} D_i$ – сума ексергетичних втрат холодильної машини split-кондиціонера, Вт.

Вочевидь, досконаліть холодильної машини split-кондиціонера та її елементів тим вища, чим вищий ексергетичний ККД, який також визначали з ексергетичного балансу, а саме [1, 2]:

$$\eta_{\text{e}} = \frac{E_{\text{вих}}}{E_{\text{вх}}}. \qquad (2)$$

Нами проведений розрахунок ексергетичного ККД одноступеневої холодильної машини split-кондиціонера фірми «Daikin» з номінальною холодопродуктивністю $Q_{\text{x}}^{\text{ст}}$ = 2800 Вт за стандартних температурних умов на холодильних агентах R410A та R32 на спеціально створених для цього комп'ютерних математичних моделях.

Для проведення розрахунків на комп'ютерній математичній моделі *p*,*i*-діаграма хладонів R410A та R32 у діапазоні температур 0...50 °С використали у вигляді аналітичних залежностей $p = f(t)$, $i = \varphi(t)$, $s = =\psi(t)$.

Результати розрахунку звели у таблицю.

Таблиця Результати розрахунку ексергетичного ККД та втрат ексергії в елементах split-кондиціонера з номінальною холодопродуктивністю 2800 Вт фірми "Daikin"

Холодильний агент	Втрати ексергії в елементах split-кондиціонера, %				Ексергетичний ККД $\eta_{\text{å}}$,%
	$D_{\text{компр}}$	$D_{\text{к}}$	$D_{\text{др}}$	$D_{\text{вип}}^{\text{н.т}}$	
R410A	26,9	20,4	10,7	18,5	23,4
R32	27,1	21,5	4,9	22,2	24,2

Зростання ексергетичного ККД завдяки переходу з холодильного агента R410A на R32:

$$\Delta_{R32} = \frac{24{,}2 - 23{,}4}{23{,}4} \cdot 100 = 3{,}4\,\%. \qquad (3)$$

Показано, що перехід з холодильного агента R410A на R32 split-кондиціонера фірми «Daikin» зі стандартною номінальною холодопродуктивністю 2800 Вт дасть можливість підвищити його ексергетичний ККД за стандартного температурного режиму роботи на 3,4%. Разом з тим використання однокомпонентного холодильного агента є раціональнішим для тривалої експлуатації split-кондиціонера.

Список літератури

1. **Соколов Е.Я.** Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения / Е.Я. Соколов, В.М. Бродянский. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
2. **Шаргут Я.** Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.

UDC: 621.574

THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES

Kirilov V.Kh., Osadchuk E.A., Titlov A.S.
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa,

By a term a «seasonal refrigerator» is presently named cooling attachment, which utilizes in the work low temperature potential of air environment, being outside the heated bays. A term is not confessedly, because such refrigeration apparatuses are on the initial stage of development. Actuality of generation of seasonal refrigerator is delineated the problems of energy-savings during production activity of domestic and point-of-sale refrigeration devices. Domestic absorbing refrigerators that use low temperature potential of environment and work in the wide range of temperatures, refrigerators of "seasonal" type, not suitable for work with the quick-changing loading, but declared oneself irreplaceable in the permanent mode at of long duration maintenance of preset parameter. During work in the permanent mode becomes the problem of maintenance of the even temperature field in all chilled volume. Even presence, so-called, super isolations in the corps of modern refrigeration devices during stabilizing of external and internal parameters are given by large running approach of temperature in the chilled volume and this running approach the more than greater ambient temperature. Researches showed that exactly an inertance of the systems on the base of diffusive for absorption refrigeration aggregates is reason of impossibility of creation of the even temperature field without additional modernization of cooling object. Modern domestic and point-of-sale refrigeration installation is designed for work in «hard» operation conditions for information climatic terms (in Ukraine is assurance of normative temperature characteristics in a condenser box at the temperature of air in a bay 32 °C. At the same time in our temperate climate basal time of production activity of apparatuses of the domestic and point-of-sale engineering drives at the temperature of air in a bay 16...22 °C. Such temperatures of air refrigeration apparatuses work not constantly, but with the cycling's cuttings-off, I.e. in position behavior. At lower temperatures of air in a bay (less than 10 °C production activity of modern domestic and point-of-sale refrigeration devices is n. In the case of compression designs it is related to the possible breaks of compression facility, because of gelling of butter, and in the case of absorption – with the complexity of start from a non-working condition and ineffectiveness of chilling cycle from high thermal drop on the departments of hauling of quenching agent in a condenser and vaporizer. At the same time, the decrease of temperature of air in a bay favorably influences on duties condensers of absorption class: at first, heat entrances diminish in a condenser box; secondly, a capability auxiliary to supercool a fluid quenching agent on the entrance of vaporizer and weak solution on the entrance of absorber appears, that improves power efficiency of work of condenser.

The known fact is and that almost a temperate climate has third of dry land with average annual temperatures from minus 5 °C to 12 °C. To utilize a natural cold for storage of food products presently developers offer collections with the original author name «HOLT» (refrigerator – heater), supposing to take away all or feature of refrigeration apparatus on the opened air.

Apparatuses suggest to place in window apertures so that one of walls of refrigerator box went out in an environment. It becomes firmly established that it allows to reduce of energy during production activity of refrigeration device on 50-66 %.

The known collections of «HOLTS» are completed by vapor compression machines refrigeration installations or thermobatteries. For the exception of freezing of products a heater thermo-couple and special collection of temperature control is utilized.

To the lacks of collections of «HOLT» it is possible to take the problems of their installation in small apartments – the typical condenser box of 200-240 dm3 will occupy all of window aperture of kitchen. The seasonal refrigerators of two classes are examined in developments of laboratory of the domestic refrigeration engineering of ONAFT: universal – exploited in the wide band of ambient temperatures, including below 0 °C (With, in dwellings and unoccupied bays, on a transport; traditional – exploited in dwellings bays with the temperature of air not below 16 °C).

As universal seasonal refrigerators the apparatuses of absorption class, workings with absorption refrigeration installations, are examined (ARI). It should be noted and such not unimportant presently fact - the working body of ARI consists of natural components (water-ammonia solution with the addition agent of inactive gas – hydrogen, helium or blend of hydrogen and helium) and has zero values of extents of ozone-destroying potential and potential of «hotbed» effect practically. Refrigeration apparatuses with ARI have a bank of such unique grades, as: quiet, high fail-safety and protracted resource, deficiency of jarring action, magnetic and electric fields during production activity; capability of the use in one apparatus of a few different thermal energy sources – both electric and alternative (heat of combustion of organic fuel, sun radiation, exhaust-gas of engines domestic combustion); capability of work with off-grade energy sources, including to the electric in the band of tension gridiron 160...240 V. To dignities of ARI it is necessary to take a minimum cost among analogues. Absorption condensers, equipped burn-uses attachments, are widely utilized tourists and travelers, because there is not an alternative them in districts with

deficiency of sources of electric power. The evaluation of consequences of experiments of experimental and serial designs of absorption refrigerators retained that them enhance able, as compared to compression analogues, the level of energy consumption is predetermined existent methodology of calculation and method of bureau during production activity. In accordance with existent calls to the domestic refrigeration apparatuses, above all things, it is necessary to provide the set temperature condition in a refrigerator box in «hard» operation conditions, here, as a rule, work of ARI is carried out in a continuous duty - at the coefficient of working hours equal to unit (WHE = 1), and into account not taken on value of energy consumption. At such approach the heat-expression components of ARI possess the supply of floor in the conditions of production activity at moderate 18...25 °C and low ambient temperatures. Stocked floors allow to improve cool making vaporizer of ARI for a bill: auxiliary supercooling of fluid ammonia in a condenser; buildups of purification of vapor-gas blend (VGB) efficiency are in an absorber; decreases of temperature of VGB on included in a vaporizer. At low ambient temperatures the steam current of ammonia fills up a refrigerator only partly, and an equal form concentration of ammonia in a water-ammonia grout (WAG) is bias in the band of low pressures. Both these the factor cause the decrease of complete pressure in collection and buildup of density of diffusive processes at evaporation and absorption, that auxiliary results in the buildup of cool making vaporizer. To the negative moments of work of ARI, it is necessary to take in the conditions of moderate and low ambient temperatures: partial condensation of steams of ammonia in a dephlegmator; supercooling hard (saturated an ammonia) WAG on an entrance in fluid heat changer (FHC); buildup of thermal drop from the components of generator component. All of these factors at the unchanging extent of the fed thermal duty on a generator-thermosiphon result in the decrease of discharge of ammonia in a vaporizer, I.e. cause the decrease of refrigeration horsepower. Resulting effect on cool making vaporizer of ARI of ambient temperatures delineated the characteristics of construction, behaviors and field of refrigeration apparatus conditions.

In spite of the manufactures affecting of ambient temperature work of components of AKHA synonymous is its influence on the values of heat entrancing in the cooled barrels, I.e. on the value of required cool making in behavior of storage.

So, during production activity of refrigerator box with the level of temperatures of storage plus 5 (With in a bay with a temperature 19 °C (With required approximately in two times less cool making, what drastic production activity).

At the generation of seasonal refrigerator of absorption class, it is necessary to consider the characteristic characteristics of starting cycle in behavior of position bureau.

These characteristics are related to the specific of realization of without pumping of chilling cycle, above all things, with the characteristics of gravity circulation of currents of working body, and consist in the following.

In an off-period due to thermal drop in an environment and steam no-flow conditions the temperature of components of direct circuit of ARI (generator-thermosiphon, rectifier, dephlegmator) declines. It is accompanied cooling hard and weak and by partial condensation of steams in a condenser and dephlegmator of ARI. VGB drives in a condenser and lifting highway of dephlegmator, which to this moment was blocked in the circuit of gravity circulation (CGC) of ammonia a steam current. What anymore time of off-period, the below a temperature will go down and the greater feature of dephlegmator will be occupied by VGB.

At the inclusion of thermal duty on the generator component of ARI VGB entrance through a equality highway in CGC by the current of steam. The dynamic discharge head of steam current depends on density of generation of steam in PTS and thermal behaviors of a transport highway. In the period of start the several of steam of ammonia is utilized for heating of frappe components of a transport highway (rectifier, dephlegmator, condenser). Duration of infilling of condenser steam of ammonia in the period of start will be delineated the degree of cooling of components of generator component of ARI in an off-period, I.e. by duration of off-period and level of ambient temperatures. It talks that the well-known thesis – «than anymore time of off-period, the anymore economy», straight inapplicable to the refrigerators of absorption class.

Detectable in this case there is a consequence about non-admission of the considerable supercooling of components of construction of generator component of ARI in an off-period.

This condition comports and with the consequences of bank of researchers and developers of the domestic absorption refrigeration engineering.

Decreasing the degree of supercooling of components of generator component is possible either due to the buildup of thermal resistance head heat-insulation or due to their heating in an off-period.

The first way is related to the buildup of weight size attributes, second - perspective, but presently it is not enough studied.

Questions, related to hunting of energy-savings duties absorption condensers, were examined from middle of 50th of the last century. Likhareva N.V. offered the method of work of ARI with a two sectional heater one section of which is included constantly, and the second is periodically connected by thermouser. A decrease of energy consumption is 10-15 %. Such method of bureau was afterwards realized in the doublecamera refrigerators of "Sibir" company, including in the licensed designs of "Crystal-9" and "Crystal-9M".

A few other situations in refrigeration apparatuses with the high thermal resistance head of non-load-bearing constructions of condenser boxes, for example, in low temperature barrels (LTB) with «superinsulation».

Unlike singlcamera or doublecamera designs in which correlation of temperatures is regulated in barrels, LTB potentially have large functional capabilities, because can, at presence of the fit collections of control, used in all of band of temperatures of storage, in-use in the way of life – from minus 18 °C to plus 12 °C, I.e. to become a multifunction refrigeration device.

In any case the heat-insulation coating of LTB must be designed considering work of ARI in «hard» operation conditions, therefore a multifunction design will possess the considerable supply of cool making at the positive temperatures of storage in the conditions of moderate and low temperatures of environment.

In multifunction LTB, executed on the class, behaviors of refrigeration storage can be realized with a minimum or with complete deficiency of теплопритоков, for example, temperature in a barrel plus 5...12 °C, and ambient temperature plus 10 °C. The time there is in this case a far fewer on-period non-working, therefore to carry out the permanent heating of components of generator component becomes inadvisable, I.e. in such terms more economical there will be position behavior of bureau.

Thus, it is possible to draw a conclusion about perspective (from positions of energy-savings) of investigations in area of follow-on of starting and transitional processes practical escape of which will be become by automated control the system universal seasonal condensers of absorption class.

УДК 621.56

ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ НАНОФЛЮИДА TiO_2 В РАБОЧЕЕ ТЕЛО НА РАБОТУ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Балашов Дмитрий Александрович
Милованов Валерий Иванович
Одеська національна академія харчових технологій

Использование нанофлюидов позволяет существенно повысить тепломассообменные характеристики хладагента, уменьшить температурные перепады на поверхностях конденсатора и испарителя, и в результате снизить отношение давлений кипения и конденсации, а, следовательно, и потребляемую холодильной машиной электрическую мощность. Уникальными свойствами нанофлюидов является увеличенная теплопроводность, вязкость и коэффициент теплопередачи. Предполагается, что числа Нуссельта для нанофлюидов выше, чем у базовой жидкости при определенных параметрах потока (например, при равных числах Рейнольдса). Повышенные числа Нуссельта в сочетании с более высокой теплопроводностью дают лучшую конвективную теплопередачу по сравнению с базовым теплоносителем.[1] Дисперсия наночастиц в жидкости приводит к повышенной вязкости, на что влияет средний диаметр частицы, концентрация и температура. [2] Повышенная вязкость уменьшает числа Рейнольдса по сравнению с базовой жидкостью при той же скорости. Эти факторы должны быть взвешены при оценке применимости нанофлюидов в качестве хладагента.[3]

В расчетах применялась модель теплопроводности как функции формы частиц, состава и теплопроводности обеих фаз:

$$k_c = k_f \times \left[\frac{k_p + k_f(n-1) - (n-1)V_p(k_f - k_p)}{k_p + k_f(n-1) + V_p(k_f - k_p)} \right] \quad (1)$$

где n – фактор влияния формы частиц, выведенный эмпирически (для сферических частиц n=3) и определяется как n=3/ψ [4]. ψ – сферичность, определенная как отношение площади поверхности сферы с объемом, равным объему частицы к площади поверхности частицы. Модель Гамильтона-Кроссера сводится к модели Максвелла при ψ=1 и согласуется с экспериментальными данными для V_p<30%. Модель верна до тех пор, пока теплопроводность частиц больше теплопроводности жидкости по крайней мере в 100 раз. Несмотря на то, что эксперименты показывают достаточную пригодность этих моделей в прогнозировании теплопроводности, они не учитывают влияние размера наночастиц. [5]

Из компрессора, предназначенного для испытаний была удалена заводская заправка масла в количестве 350 мл и заменена на чистое масло Reniso ONF46, после чего были проведены эксперименты по определению параметров холодильной установки в разных режимах. После завершения экспериментов чистое масло было удалено из системы и заменено наномаслом с массовой концентрацией частиц TiO_2 2,54 %, после чего опыты по определению параметров были повторены на тех же режимах. В ходе эксперимента было установлено, что разности температур воды на входе и выходе в конденсатор (рис. 2) были меньше при использовании хладагента с добавкой наночастиц. При равной тепловой нагрузке и неизменных конструктивных параметрах конденсатора из этого можно сделать вывод, что при применении

нанохладагента происходит увеличение коэффициента теплопередачи. Повышение коэффициента теплопередачи конденсатора дает возможность передавать большее количество теплоты через ту же площадь поверхности.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Расчетное исследование конденсатора холодильной машины показало, что при использовании нанофлюидов в качестве рабочего тела возможно повышение коэффициента теплопередачи на 7 % при режиме с температурой кипения 0 ºС и температурой конденсации 40 ºС и 24 % при режиме с температурой кипения -20 ºС.

2. Применение нанохладагента в качестве рабочего тела позволяет повысить теплообменные характеристики аппаратов холодильной машины без их конструктивного изменения. Экспериментальное исследование показало, что применение хладагента с массовой концентрацией наночастиц 2,54 % позволяет повысить коэффициент тепопередачи в конденсаторе до 16 %, а коэффициент теплоотдачи до 24 %.

3. Расхождение результатов теоретического и экспериментального исследования составляет не более 5 %, что свидетельствует о правильности выбранной методики расчета и возможности дальнейшего прогнозирования параметров с ее помощью.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Roy Strandberg, Debendra K. Das**. Finned tube performance evaluation with nanofluids and conventional heat transfer fluids // International Journal of Thermal Sciences.-2010.-Vol.49.-P.580-588.
2. **Shengshan Bi *, Kai Guo, Zhigang Liu, Jiangtao Wu.** Performance of a domestic refrigerator using TiO_2-R600a nano-refrigerant as working fluid // Energy Conversion and Management.-2011.-Vol.52.-P.733-737.
3. **Bi SS, Wu JT, Shi L.** The thermal conductivity of the nanoparticles TiO_2 and R134a mixtures // J Eng Thermophys.-2008.-Vol.29.-P.205–207.
4. **Lazarus Godson, B. Raja, D. Mohan Lal, S. Wongwises.** Enhancement of heat transfer using nanofluids — An overview // Renewable and Sustainable Energy Reviews.-2010.-Vol.14.-P.629-641.
5. **R. Saidur, K.Y. Leong, H.A. Mohammad.** A review on applications and challenges of nanofluids // Renewable and Sustainable Energy Reviews.-2011.-Vol.15.-P.1646-1668

УДК 621.565.83, 004.94

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Цой А.П.[1], к.т.н., Грановский А.С.[2], Бараненко А.В.[3], д.т.н., Цой, Д.А.[3], докторант
teniz@bk.ru, granovskiy.a@rambler.ru
[1] - *Алматинский технологический университет, Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100*
[2] - *ТОО «Тениз», Казахстан, 050008, Алматы, пр. Абая 52Г, офис 103*
[3] - *Университет ИТМО, Россия, 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49*

Системы ночного радиационного охлаждения (НРО), в которых сброс тепла производится за счет инфракрасного излучения, проходящего через атмосферу в окружающее космическое пространство, известны достаточно давно [1]. Однако существует рад проблем, препятствующих их широкому распространению [2].

Главная проблема на данный момент связана с необходимостью наличия больших площадей для размещения радиаторов и аккумулятора холода, а также их стоимостью. Несмотря на постоянное совершенствование конструкций радиаторов [3-6], системы НРО все еще не обладают технико-экономическими характеристиками, достаточными для того, чтобы конкурировать с традиционными парокомпрессионными холодильными машинами.

Задача поиска оптимальных решений систем НРО является достаточно сложной, так как она связана как с детальным изучением конструкции самим систем НРО, так и с исследованием работы холодильных систем в различных климатических условиях в течение длительных периодов времени (годовых циклов).

Поэтому важно разработать компьютерную модель систем НРО, которая позволяет производить оценку энергетической эффективности и стоимости различных вариантов систем НРО, что открывает возможность выбора наиболее перспективных конструкций систем НРО и сформировать требования к элементам их конструкций, выполнение которых обеспечит практическую применимость систем данного типа для конкретного режима работы в заданном регионе.

Модель должна позволять автоматически рассчитывать:

1. Температуру воздуха в охлаждаемом объеме и величину теплопритоков в охлаждаемое помещение (теплообменнике, аппарате);

2. Затраты энергии на транспортировку и охлаждение теплоносителя (электродвига- телей насосов и компрессоров);

3. Все значимые виды теплопритоков к теплоносителю в системе (через стенки трубопроводов и аккумуляторов, от насосов и т.п.);

4. Стоимость компонентов системы (радиаторов, холодильной машины, аккумулятора, насосов, трубопроводов, теплообменников, трубопроводной арматуры, теплоизоляционных материалов и т.п.) в зависимости от их размеров;

5. Площадь радиаторов в зависимости от холодопроизводительности, температурного режима охлаждаемого объекта и климатических условий;

6. Требуемую холодопроизводительность парокомпрессионой холодильной машины в зависимости от тепловой нагрузки, температуры охлаждаемого объекта и климатических условий;

7. Объем аккумулятора, размеры трубопроводов, мощность насосов, мощность охлаждающего теплообменника (воздухоохладитель, жидкостного теплообменника).

Для повышения точности расчетов перечисленных параметров необходимо также учитывать следующие факторы:

1. Влияние масштаба элементов системы на их рабочие характеристики (например: зависимость КПД насосов и компрессоров от их объемной производительности);

2. Изменение термодинамических и транспортных свойств теплоносителей в зависимости от его температуры, а также возможность застывания теплоносителя в трубопроводах. Использование систем НРО в довольно широком диапазоне температур окружающего воздуха от -30 до +40°С связано с значительным изменением свойств теплоносителя.

3. Необходимость использования различных теплоносителей в разных температурных режимах работы системы НРО.

Для решения поставленной задачи моделирования использована среда SciLab с реализацией объектно-ориентированной модели программирования.

Для расчета потерь давления и процессов теплопередачи использованы стандартные методики, представленные в работах [7] и [8]. При расчете теплового баланса радиатора для определения потока уходящего теплового излучения использована методика [9].

Для моделирования работы парокомпрессионного холодильного контура использована методика, основанная на методе последовательных приближений при вычисления теплового баланса холодильной установки [10], включающего тепловую нагрузку испарителя, холодопроизводительность компрессора, отводимую теплоту конденсации. Для определения термодинамических свойств хладагентов при расчете цикла используется библиотека Coo1Prop 6.1 [11].

Физические свойства влажного воздуха рассчитываются с использованием зависимостей, приведенных в работе [12].

Технические характеристики элементов системы (насосов, теплообменников, элементов парокомпрессионных холодильных машин) и их стоимость получены путем анализа данных, представленных производителями данного оборудования. Для паяных пластинчатых теплообменников, которые используются в качестве испарителей, данные по удельной стоимости 1 м^2 теплообменной поверхности приведены на рис. 2.

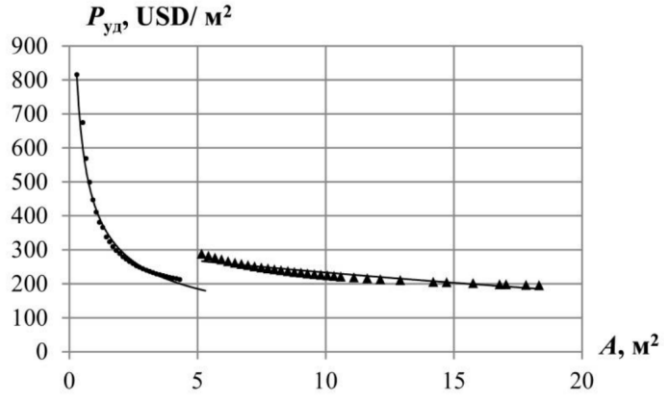


Рис. 2 - Удельная стоимость 1 м^2 паяного пластинчатого теплообменника в зависимости от его общей площади

Аналогичные зависимости были получены для расчета стоимости трубопроводов, трубопроводной арматуры, фитингов, аккумуляторов холода, радиаторов, элементов парокомпрессионных холодильных

машин. Использование данных по удельной стоимости компонентов системы позволяет существенно сократить продолжительность расчетов по сравнению с перебором конкретных вариантов оборудования.

Значительное влияние на работоспособность системы оказывает также зависимость эффективности элементов системы от их размеров. Например, для уже упомянутых циркуляционных насосов с мокрым ротором полный КПД, определяемый как отношение мощности, передаваемой жидкости, к мощности, потребляемой электродвигателем насоса, определяется выражением

$$\eta = 0{,}087*\ln(V*3600) + 0{,}186.$$

На основе установленных зависимостей разработаны классы объектов, описывающих элементы холодильной системы. Наиболее важные из созданных классов представлены на рис. 3.

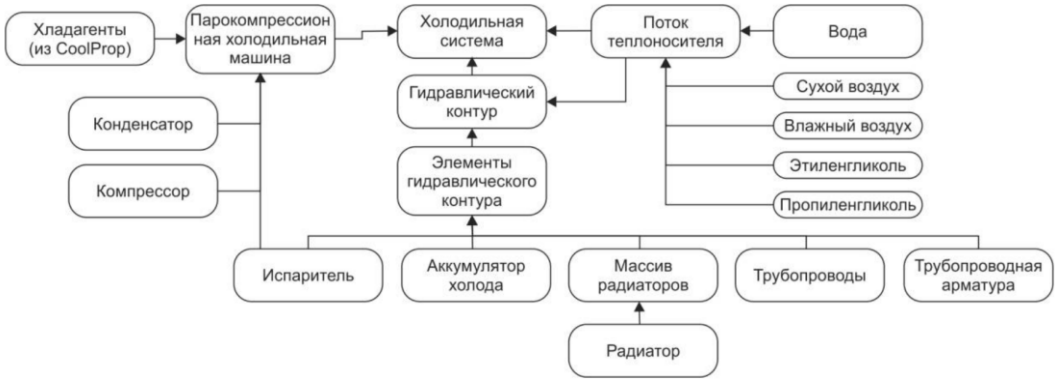


Рис. 3 - Структура классов компьютерной модели холодильной системы с радиационным охлаждением

Классы объектов разработаны таким образом, чтобы можно было автоматически подбирать размеры отдельных элементов холодильной системы (радиатор, аккумулятор холода, холодильная машина, насосы, трубопроводы и т.д.) на основе данных о требуемой общей холодопроизводительности системы. При создании каждого объекта определяется его стоимость и технические характеристики.

Предлагаемый подход позволяет значительно ускорить процесс перебора вариантов исполнения систем НРО и найти наиболее энергоэффективный и экономически выгодный вариант.

Благодарности

Представленная работа выполнена в рамках проекта AP05130918, осуществляемого по программе грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан по научным и (или) научно-техническим проектам на 2018-2020 годы.

Список литературы:

1. Catalanotti, S. etal. The radiative cooling of selective surfaces // Sol. Energy. - 1975. - Vol. 17, №2. - P. 83—89. 2. Цой, А.П., Грановский, А.С., Цой, Д.А. Технико-экономические проблемы, связанные с использованием систем ночного радиационного охлаждения и пути их возможного решения // Инновації в судобудуванні та океанотехніції: матеріали УП Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв: НУК, 2016. - С. 222-225. 3. Raman, A. P. et al. Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight // Nature. - 2014. - Vol. 515. - P. 540-544. 4. Tevar, J. a. F. et al. Modelling and experimental analysis of three radioconvective panels for night cooling // Energy Build. — 2015. — Vol. 107. — P. 37—48. 5. Liu, Z., Tan, H., Ma, G. Experimental investigation on night sky radiant cooling performance of duct-type heat exchanger // Int. J. Vent. Taylor & Francis, 2017. - Vol. 16, № 3. - P. 255-267. 6. Craig, S. et al. BioTRIZ Suggests Radiative Cooling of Buildings Can Be Done Passively by Changing the Structure of Roof Insulation to Let Longwave Infrared Pass // J. Bionic Eng. - 2008. - Vol. 5,№ 1.- P. 55—66. 7. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. 3-є изд. / Под ред. М.О. Штайберга. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с. 8. Мухачев, Г. А., Щукин В. К. Термодинамика и теплопередача: Учеб, для авиац. вузов. 3-еизд. - М.: Высшаяшкола, 1991. - 480 с. 9. Zhang S., Niu J. Cooling performance of nocturnal radiative cooling combined with microencapsulated phase change material (MPCM) slurry storage // Energy Build. ElsevierB.V., 2012. - Vol. 54. - P. 122—130. 10. Кишкин, А. А, Лавров, Н. А., Делков, А. В., Мокеев, В. В. Моделирование режимов работы малых холодильных установок // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». - 2012. - № 5 (5). - С. 91-98. 11. Bell, I. H. etal. Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library CoolProp // Ind. Eng. Chem. Res. - 2014. Vol. 53, № 6. - P. 2498—2508. 12. Тарабанов, М. Г., Коркин, В. Д., Сергеев В. Ф. Влажный воздух. Справочное пособие. - Москва: НП «АВОК», 2004. - 116 с.

УДК 621.438.13:621.57

РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗЕРВУ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ ПОВІТРЯ НА ВХОДІ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ

А. М. Радченко[1], Р. М. Радченко[1], С. А. Кантор[2], Б.С. Портной[1], В.С. Ткаченко[2]
[1] *Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна*
[2] *ПАТ "Завод "Екватор", Україна*

Охолодження повітря на вході енергоустановок, зокрема газотурбінних установок (ГТУ), тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ), що трансформують в холод теплоту відпрацьованих газів, є одним з основних напрямів підвищення їх ефективності. В найбільш поширених абсорбційних бромистолітієвих холодильних машинах (АБХМ) повітря можна охолоджувати до температури $t_{в2} \approx 15$ºС з високою ефективністю трансформації скидної теплоти в холод: їх тепловий коефіцієнт $\zeta = 0{,}7…0{,}8$ [1, 2]. Більш глибоке охолодження повітря до температури $t_{в2} = 10$ºС і нижче можливе в ежекторних холодильних машинах (ЕХМ), ефективність трансформації скидної теплоти в холод в яких значно менше: $\zeta = 0{,}2…0{,}3$ [3]. То ж доцільним є двоступеневе охолодження повітря на вході ГТУ: до $t_{в2} = 15…20$ºС в АБХМ, а до $t_{в2} = 7…10$ºС в ЕХМ. Відповідно до поточних тепловологісних параметрів зовнішнього повітря суттєво змінюється теплове навантаження на повітроохолоджувачі (ПО), відповідно й витрати холодопродуктивності перш за все АБХМ і лише при низькій температурі навколишнього повітря $t_{нв} \le 10$ºС ще й ЕХМ. При знижених теплових навантаженнях утворюється резерв холодопродуктивності передусім АБХМ (надлишок порівняно зі встановленою – проектною), який доцільно використовувати для покриття її дефіциту при підвищених навантаженнях, завдяки чому зменшити встановлену холодопродуктивність і вартість АБХМ.

Мета дослідження – аналіз даних з резерву холодопродуктивності АБХМ при знижених теплових навантаженнях на ПО на вході ГТУ та його використання у бустерному ступені попереднього охолодження повітря зі скороченням встановленої холодопродуктивності АБХМ.

Резерв встановленої (проектної) холодопродуктивності АБХМ, який утворюється при знижених теплових навантаженнях, визначають як її надлишок порівняно з поточним сумарним тепловим навантаженням базового високотемпературного ступеня $ПО_{ВТ}$ і бустерного ступеня $ПО_{б}$ попереднього охолодження повітря за рахунок резерву холодопродуктивності АБХМ, тобто теплообмінника "$ПО_{ВТ}$ + $ПО_{б}$".

Проектне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ визначають як $Q_{0.ВТ17пр} = q_{0.ВТ17пр} \cdot G_{п} = 17 \cdot 40 = 680$ кВт, виходячи з прийнятого питомого (при витраті повітря $G_{п} = 1$кг/с) теплового навантаження $ПО_{ВТ}$ $q_{0.ВТ17пр} = 17$ кВт(кг/с); $G_{п} = 40$кг/с – витрата повітря через $ПО_{ВТ}$. При цьому проектне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ з бустерним $ПО_{б}$ визначають як $Q_{0.ВТ24пр} = q_{0.ВТ24пр} \cdot G_{п} = 24 \cdot 40 = 960$ кВт, де $q_{0.ВТ24пр} = 24$ кВт(кг/с) – загальне питоме теплове навантаження обох повітроохолоджувачів $ПО_{ВТ}$ і $ПО_{б}$, прийняте виходячи з досягнення максимального ефекту від охолодження (наприклад річної економії палива) при охолодженні повітря на вході ГТУ до температури $t_{в2} \approx 15$ºС в АБХМ [3].

При визначенні резерву холодопродуктивності АБХМ поточне теплове навантаження на $ПО_{ВТ}$ з бустерним $ПО_{б}$ порівнюють з проектним тепловим навантаженням $Q_{0.ВТ24пр} = q_{0.ВТ24пр} \cdot G_{п} = 24 \cdot 40 = 960$ кВт, де $q_{0.ВТ24пр} = 24$ кВт(кг/с).

Заміщення (часткове) високотемпературного ступеня $ПО_{ВТ}$ з відповідним скороченням встановленої холодопродуктивності АБХМ можливе за наявності резерву холодопродуктивності, який перевищує її витрати на попереднє охолодження повітря на вході високотемпературного ступеня повітроохолоджувача $ПО_{ВТ}$. Відповідно до цього надлишок (резерв) холодопродуктивності АБХМ визначають як $Q_{0.ВТ17изб} = Q_{0.ВТ17пр} – Q_{0.ВТ24} = 680 – Q_{0.ВТ24}$, кВт, а її дефіцит відповідно: $Q_{0.ВТ17д} = Q_{0.ВТ24} – Q_{0.ВТ17пр} = Q_{0.ВТ24} – 680$, кВт. Ці баланси співпадають за умови правильно підібраного проектного сумарного теплового навантаження $ПО_{ВТ}$ і бустерного ступеня $ПО_{б}$ попереднього охолодження повітря за рахунок резерву холодопродуктивності АБХМ. Однак сама величина резерву холодопродуктивності залежить від конкретних кліматичних умов і проміжку часу, взятого для його визначення. То ж мова може йти про вибір умовно раціональної її величини, виходячи з надлишку (резерву) холодопродуктивності, накопиченого упродовж певного періоду. Про наближення до неї свідчить зближення надлишку холодопродуктивності з його дефіцитом для охолодження повітря в $ПО_{ВТ}$ і бустерному ступені $ПО_{б}$, тобто в теплообмінниках "$ПО_{ВТ}$ + $ПО_{б}$".

Як показали результати дослідженя, сумарний за 10 діб (1–10.07.2015) надлишок (резерв) холодопродуктивності АБХМ $\sum Q_{0.ВТ.17изб}$, утворений при знижених теплових навантаженнях на $ПО_{ВТ}$ і $ПО_{б}$, значно перевищує її дефіцит $\sum Q_{0.ВТ.17д}$ при підвищених теплових навантаженнях. При цьому помітний дефіцит холодопродуктивності АБХМ має місце, коли поточні теплові навантаження $Q_{0.ВТ24}$ більше $Q_{0.ВТ17пр} = 680$ кВт.

З використанням резерву холодопродуктивності АБХМ у бустерному ступені $ПО_{б}$ забезпечується скорочення встановленої холодопродуктивності АБХМ на величину проектного теплового навантаження $Q_{0.7пр} = q_{0.7пр} \cdot G_{п} = 7 \cdot 40 = 280$ кВт, тобто на 25…30% порівняно з базовим $Q_{0.ВТ24пр} = q_{0.ВТ24пр} \cdot G_{п} = 24 \cdot 40 = 960$ кВт на $ПО_{ВТ}$ з $ПО_{б}$.

По мірі використанням резерву холодопродуктивності АБХМ в бустерному ступені $ПО_б$ усувається сумарний дефіцит $\sum Q_{0.ВТАк17д}$, тобто встановленої холодопродуктивності АБХМ $Q_{0.ВТ17пр} = 680$ кВт стає достатньо для покриття поточних теплових навантажень. При цьому відповідно зменшується й надлишок встановленої холодопродуктивності АБХМ $\sum Q_{0.ВТАк17изб}$ від 2600 кВт до 1500 кВт. Наявність все ж значного надлишку холодопродуктивності АБХМ свідчить про можливість його подальшого скорочення шляхом зменшення встановленої холодопродуктивності АБХМ з її заміщенням закумульованим охолоджувальним потенціалом, тобто перекладанням її теплового навантаження на бустерний ступінь попереднього охолодження.

Обгрунтовано доцільність застосування бустерного ступеня попереднього охолодження повітря на вході ГТУ шляхом використання резерву холодопродуктивності АБХМ, який завдяки адаптації до поточних кліматичних умов забезпечує зменшення на 25…30% встановленої холодопродуктивності, відповідно і вартості АБХМ.

Література

1. **Popli S.** Trigeneration scheme for energy efficiency enhancement in a natural gas processing plant through turbine exhaust gas waste heat utilization [Text] / Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Energy. – 2012. – №93. – С. 623–636.

2. **Popli S.** Gas turbine efficiency enhancement using waste heat powered absorption chillers in the oil and gas industry [Text]/ Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Thermal Engineering. – 2013. – №50. – P. 918–931.

3. **Радченко, А.Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

УДК 621.438.13:621.57

ПРОЕКТНІ ТЕПЛОВІ НАВАНТАЖЕННЯ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧІВ НА ВХОДІ ГТУ В РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Б.С. Портной
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

З підвищенням температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ на вході термодинамічна ефективність газотурбінних установок (ГТУ) зменшується. Підвищити ефективність ГТУ та за рахунок цього скоротити витрату палива при високих температурах $t_{нв}$ повітря на вході можна шляхом його попереднього охолодження тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ), що утилізують теплоту відпрацьованих газів [1, 2].

В найбільш поширених одноступінчастих абсорбційних бромистолітієвих холодильних машинах (АБХМ) повітря можна охолоджувати до температури $t_{в2} \approx 15$ºС з високою ефективністю трансформації скидної теплоти в холод: їх тепловий коефіцієнт $\zeta = 0,7 \ldots 0,8$. Більш глибоке охолодження повітря до температури $t_{в2} = 10$ºС і нижче можливе в ежекторних холодильних машинах (ЕХМ), ефективність трансформації скидної теплоти в холод в яких значно менше: $\zeta = 0,2 \ldots 0,3$. Доцільним є двоступеневе охолодження повітря на вході ГТУ: до $t_{в2} = 15 \ldots 20$ºС в АБХМ, а до $t_{в2} = 7 \ldots 10$ºС в ЕХМ, тобто в ступінчастій абсорбційно-ежекторній холодильній машині (АЕХМ) [3, 4].

При експлуатації ГТУ мають місце як сезонні, так і добові коливання температури зовнішнього повітря, через це вкрай важливо вибирати раціональне теплове навантаження на повітроохолоджувачі (ПО) на вході ГТУ з урахуванням кліматичних умов. Відповідно до теплового навантаження на ПО обирається навантаження ТХМ.

При проектуванні зазвичай обирають найбільшу величину теплового навантаження. Однак, даний підхід призводить до того, що спроектовані теплообмінні апарати більшу частину часу працюють при знижених теплових навантаженнях, що в свою чергу призводить до непродуктивних витрат потужності, а відтак і палива, на подолання їхнього аеродинамічного опору, а також до зростання капітальних витрат на теплообмінне обладнання.

Мета дослідження – розробити метод визначення раціональних теплових навантажень тепловикористовуючої абсорбційно-ежекторної холодильної машини.

Ефективність охолодження повітря на вході ГТУ зручно оцінювати річною питомою економією палива b_e,°кг/кВт, яка представляє собою відношення $b_e = B_e / N_e$ загальної кількості зекономленого палива B_e,°кг до потужності ГТУ N_e,°кВт. Для визначення встановленої (проектної) питомої холодильної потужності (питомої

холодопродуктивності) ступінчастої АЕХМ $q_0 = Q_0 / G_п$, що припадає на одиницю витрати повітря $G_п = 1$ кг/с), необхідно проаналізувати залежність річної питомої економії палива b_e від неї. Питома холодильна потужність розраховується як $q_0 = \xi \cdot c_{вл} \cdot (t_{нв} - t_{в2})$, кВт/(кг/с), де ξ – коефіцієнт вологовипадіння; $t_{нв}$ – температура зовнішнього повітря, °С; $t_{в2}$ – температура повітря на виході з повітроохолоджувача ПО,°С; $c_{вл}$ – питома теплоємність вологого повітря, кДж/(кг·К).

Враховуючи залежність питомої холодильної потужності q_0 від температури $t_{нв}$ та відносної вологості $\varphi_{нв}$ зовнішнього повітря, необхідно проаналізувати добові зміни параметрів зовнішнього повітря. Як показав аналіз кліматичних даних, значні коливання температури $t_{нв}$ і відносної вологості $\varphi_{нв}$ зовнішнього повітря, відповідно й теплових навантажень на системи охолодження повітря на вході ГТУ, ускладнюють вибір значення проектного (встановленого) теплового навантаження на ступені холодильної машини q_0, яке забезпечувала б отримання максимального упродовж року ефекту від охолодження повітря на вході ГТУ.

Встановлена (проектна) питома холодильна потужність (холодопродуктивність) q_0, з одного боку, повинна покривати витрати холоду на охолодження повітря на вході ГТУ на протязі якомога більшого часу упродовж року, що забезпечувало б найбільший ефект у вигляді економії палива. З іншого боку, вона не повинна бути завищеною, щоб більшу частину року ступінчаста АЕХМ експлуатувалась при теплових навантаженнях, близьких до номінального (проектного), інакше матиме місце невисокий коефіцієнт використання АЕХМ (експлуатація на часткових навантаженнях, далеких від проектного), а при занижених q_0, навпаки, – недоохолодження повітря на вході ГТУ при високих температурах $t_{нв}$.

Як показали розрахунки, для кліматичних умов експлуатації ГТУ в різних регіонах України при охолодженні повітря на вході до температури $t_{в2} = 10$ºС раціональною можна вважати проектну питому холодильну потужність ступінчастої АЕХМ (для $G_п = 1$ кг/с) $q_0 \approx 34$ кВт/(кг/с), при якій темп нарощування річної питомої економії палива b_e зберігається достатньо високим, а при охолодженні повітря до $t_{в2} = 15$ºС в АБХМ – відповідно $q_0 \approx 24$ кВт/(кг/с). Виходячи з раціональної питомої холодильної потужності вибирають повну встановлену холодильну потужність АЕХМ відповідно до витрати повітря $G_п$ через ГТУ: $Q_0 = G_п \ q_0$, кВт.

Запропоновано метод визначення раціонального теплового навантаження абсорційно-ежекторної холодильної машини в кліматичних умовах України, яке забезпечує найбільшу річну питому економію палива, при високих темпах її нарощування.

Література

1. **Marque, R.P.** Thermodynamic analysis of trigeneration systems taking into account refrigeration, heating and electricity load demands [Text] / R.P. Marques, D. Hacon, A. Tessarollo, J.A.R. Parise // Energy and Buildings. – 2010. – Vol. 42. – P. 2323–2330.

2. **Ortiga, J.** Operational optimisation of a complex trigeneration system connected to a district heating and cooling network [Text] / Ortiga Jordi, Bruno Joan Carles, Coronas Alberto // Applied Thermal Engineering. – 2013. – Vol. 50. – P. 1536–1542.

3. **Радченко, А. Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А. Н. Радченко, С. А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

4. **Радченко, А. Н.** Методологический подход к рациональному проектированию комбинированной теплоиспользующей системы охлаждения воздуха на входе газотурбинной установки [Текст] / А. Н. Радченко, С. А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 4(121). – С. 76 – 79.

УДК 621.121

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ В КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВКАХ

Корнієнко Вікторія Сергіївна
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,

З метою порівняльної оцінки ефективності використання водопаливних емульсій (ВПЕ) на основі сірчистого мазуту (з вмістом сірки $S^r = 0{,}5…2{,}0$ %) прийнято варіанти зимового і літнього режимів роботи когенераційної енергетичної установки (КЕУ) без врахування впливу добових коливань теплового і електричного навантаження, які можливо забезпечити за рахунок зміни навантаження дизель-генератора (ДГ), утилізаційного турбогенератора (УТГ), утилізаційного котла (УК), водогрійного котла (ВК) і системи допалювання різної кількості додаткового палива (СДП) (бажано ВПЕ).

При розрахунках витрати органічного палива у складі ВПЕ враховувалось (згідно літературних даних): зменшення витрат рідкого палива в ДГ на 8 % при використанні ВПЕ з водовмістом W^r = 25 % (75 % органічного палива) [1]; зменшення витрати рідкого палива в топці ВК на 25 % [2] при використанні тієї ж ВПЕ. При розробці схем утилізації теплоти відхідних газів ДГ враховувались одержані експериментальні дані з інтенсивності низькотемпературної корозії (НТК), що дають можливість знизити температуру відхідних газів за УК з 160 °С при використанні мазуту з S^r до 2,0 %, до 100 °С при використанні ВПЕ з W^r до 30 % на основі цього ж мазуту, і тим самим збільшити вироблення пари для УТГ.

В процесі розрахункових досліджень у разі необхідності допалювання палива перед УК визначалася сумарна витрата палива B_Σ на КЕУ і величина додаткової витрати палива на допалювання $\beta_д$ у відсотках по відношенню до витрати палива на ДГ, а також величина потужності, що додатково виробляється в УТГ по відношенню до потужності ДГ. При визначенні цієї потужності підсумовувалась електрична потужність від ДГ і додаткова електрична потужність УТГ в літньому режимі.

Розрахункові дослідження і порівняння ефективності різних схем утилізації були виконані для КЕУ, в якій в якості ДГ прийнятий двигун фірми «WARTSILA NSD corp.» марки 16V32 при номінальній потужності 9280 кВт з питомою витратою палива 0,195 г/(кВт·год) і температурою відхідних газів 350 °С. Електричне навантаження при роботі ДГ в зимовому і літньому режимах постійні і складають 8910 кВт. Влітку, коли необхідно зменшувати теплову потужність і збільшувати електропостачання, електрична потужність КЕУ підвищується до 9710 кВт шляхом підключення УТГ, на який може спрямуватись уся пара УК двох тисків (УК). Тоді теплова потужність для гарячого водопостачання (ГВП) забезпечується за рахунок утилізації теплоти охолоджувача наддувного повітря (ОНП) і охолоджуючої води ДГ (ОВ) і встановлення секції ГВП в УК. Тоді в літній період теплова потужність складає 3564 кВт. Взимку теплове навантаження складає 10690 кВт і забезпечується підключенням ВК, або УК і ВК, і (або) за допомогою СДП з використанням УК і ВК.

Розрахункові дослідження режимів роботи КЕУ були проведені на ЕОМ за наступними варіантами: В1-В6 – зимовий період, В7-В8 – літній).

В якості бази для порівняння був прийнятий варіант В1, коли не застосовується утилізація всіх втрат теплоти ДВЗ. Тоді склад КЕУ наступний: В1=ДГ+ВК. Теплове навантаження забезпечується від ВК, а також ОНП і ОВ ДГ, електричне навантаження - від ДГ. Варіант В2=ДГ+УК+ВК: УК двох тисків забезпечує теплове навантаження. Нестачу теплоти закриває ВК. Економія палива для КЕУ склала 21 %. Варіант В3=ГД+УК+Д - уся пара УК двох тисків спрямовується на теплопостачання та гаряче водопостачання (ГВП). Нестача пари покривається за рахунок теплоти УК при допалюванні 10,7 % палива в газоході перед УК. Економія палива на КЕУ - 30 %. В4=ДГ+ВК – схема без утилізації теплоти при використанні ВПЕ у ДГ і ВК, що є базою порівняння для варіантів при використанні як мазуту, так і ВПЕ з водовмістом W^r = 25 %. Теплове навантаження забезпечується від ВК. Економія палива в порівнянні з варіантом В1 склала 14 %. Варіант В5=ДГ+УК+ВК – УК трьох тисків із секцією ГВП забезпечує теплове навантаження. Нестачу теплоти закриває ВК. Економія палива КЕУ склала 22 % в порівнянні з В4. Варіант В6=ДГ+УК+Д – УК трьох тисків забезпечує теплове навантаження. Нестачу пари покриває УК за рахунок допалювання 3,2 % ВПЕ в газоході перед УК. Економія палива КЕУ – 30 % в порівнянні з В4 і 40 % - з В1.

В літньому режимі у зв'язку зі зниженням теплового навантаження надлишок пари УК відправляється на УТГ, що дозволяє отримати 600 кВт додаткової електричної потужності і збільшити вироблення електроенергії до 9510 кВт. Варіант В7=ДГ+УК+УТГ –утилізація теплоти ОНП і охолоджуючої води ДГ і частка теплоти УК двох тисків забезпечує теплове навантаження. Економія палива КЕУ - 36 % в порівнянні з В1. Мазут спалюється тільки в ДГ. Варіант В8=ДГ+УК+УТГ – теплове навантаження забезпечується за рахунок утилізації теплоти ОНП, охолоджуючої води і секції ГВП УК. Вся пара УК трьох тисків відправляється на УТГ, що дозволяє отримати 800 кВт електричної потужності (сумарна електрична потужність складе 9710 кВт). Економія палива КЕУ - 32 % в порівнянні з В4 і 42 % - з В1.

Результати розрахунків різних режимів роботи КЕУ представлені на рис. 1.

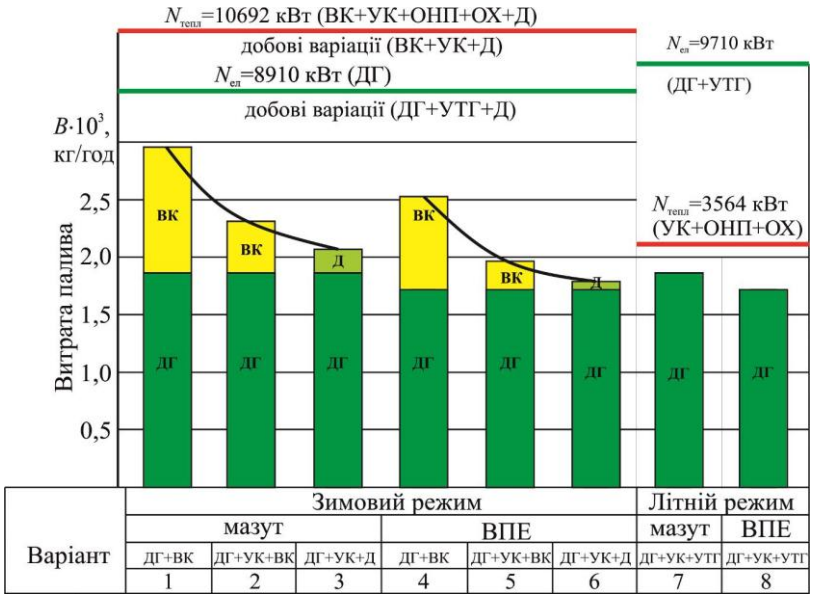


Рис. 1. Варіанти розрахункових режимів КЕУ

Висновки. З підвищення ступеня допалювання палива $\beta_д$, що обумовлює насамперед зростання температури газів перед УК, відбувається збільшення витрати пари контуру високого тиску і підвищення початкових параметрів циклу УТГ. Це дає можливість підвищувати електричну потужність КЕУ $N_{ел}$ за рахунок потужності УТГ двох тисків, або теплову потужність $N_{тепл}$, якщо виробляти в УК максимальну кількість насиченої пари.

Література

1. **Парсаданов, И.В.** Применение водотопливной эмульсии в автотракторном дизеле. Энергетические и экономические показатели. (Часть II) / И.В. Парсаданов, А.А. Теплицкий, И.Н. Карягин, В.В. Солодовников, С.А. Кравченко, П.Г. Ходак, // Двигатели внутреннего сгорания. – 2011. – №2. – С.121-123.

2. **Давидсон, В.В.** Сжигание водомазутных эмульсий в тепловых агрегатах / В.В. Давидсон, В.И.Елисеев, А.П.Толстопят, П.А.Толстопят // Материалы 4-го Минского междунар. форума по тепломассообмену. – т.10. – 2000. – С.405-412.

УДК 621.57

СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦИИ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ДВУХПОТОЧНОЙ ПОДАЧЕЙ ОБРАТНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Радченко А.Н., к.т.н., доц., Остапенко А. В. , к.т.н
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина

Газовые двигатели (ГД), работающие на природном газе и альтернативных газообразных топливах (биогаз и т.п.), находят все более широкое применение в установках автономного энергообеспечения [1–3]. Ведущие двигателестроительные фирмы выпускают когенерационные модули – со штатными теплообменниками для получения горячей воды или водяного пара за счет использования теплоты выпускных газов, наддувочного воздуха или газовоздушной смеси (ГВС), охлаждающей рубашку двигателя воды и смазочное масло [1, 2]. Хотя когенерационные модули легко интегрируются в системы тепло- и хладоснабжения конкретных объектов, однако анализ энергетической эффективности таких тригенерационных систем показывает наличие потерь теплоты и обусловленную ими недовыработку холода из-за несоответствия температурных условий эффективной работы абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины (АБХМ) и когенерационного газопоршневого модуля.

Решение задачи повышения эффективности трансформации теплоты ГД в холод рассмотрено на примере тригенерационной установки автономного электро-, тепло- и холодообеспечения завода ООО "Сандора"–"Pepsico Ukraine" (г. Николаев, Украина). Тригенерационная установка включает 2 когенерационных газовых двигателя JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт), Теплота горячей воды трансформируется абсорбционной

бромистолитиевой холодильной машиной (АБХМ) AR-D500L2 Century в холод, который расходуется на технологические нужды и для работы центральных кондиционеров, обеспечивающих охлаждение воздуха, подаваемого в машинное отделение.

При температуре обратной (охлажденной) воды на выходе из АБХМ, например $t_{обр}$ = 75…80°С, т.е. выше ее спецификационного значения $t_{обр.сп}$ = 70°С на входе в теплообменники ГД, обеспечивающего оптимальное тепловое состояние ГД, часть обратной воды охлаждается в охладителе обратного теплоносителя (ОТН) с отводом избыточной теплоты в атмосферу градирней 2. Возвращать избыточную теплоту в АБХМ нецелесообразно из-за ее пониженного температурного уровня, $t_{обр}$ = 75…80°С, по сравнению с спецификационной температурой горячего теплоносителя на входе АБХМ: $t_{г.сп}$ = 90…95°С, поскольку понижение температуры горячего теплоносителя на входе АБХМ вызывает ухудшение эффективности трансформации тепла в холод – снижение теплового коэффициента ζ, представляющего собой отношение полученного холода к затратам тепла.

При этом потери теплоты, т.е. теплота, отведенная от обратного теплоносителя после АБХМ в атмосферу градирней 2 аварийного выброса, из-за нецелесообразности его подачи в ГД с температурой $t_г$ выше 70 °С, весьма значительные и составляют примерно 30 % общего количества полученного тепла, что свидетельствует о наличии резервов совершенствования системы трансформации сбросной теплоты ГД в холод путем сокращения этих потерь.

Предложен подход, которой основывается на совершенствовании самой когенерационной системы отвода тепла от ГД путем подвода обратного теплоносителя двумя потоками с разной температурой в зависимости от температурных уровней источников тепловыделения. При этом теплоноситель после отвода теплоты в АБХМ разделяется на два потока, один из которых поступает напрямую в УК двигателя в обход теплообменников охлаждения узлов двигателя, а второй поток, как и в базовом варианте, сначала охлаждается в ОТН и далее идет на охлаждение узлов ГПД, как показано на рис. 1.

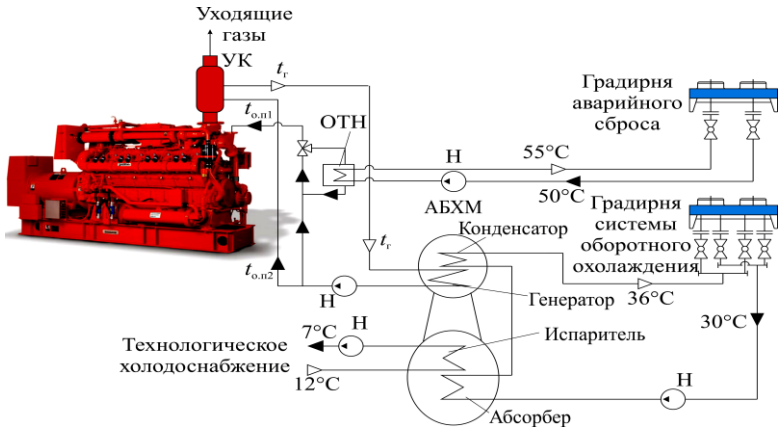


Рис. 1. Схема системы о трансформации сбросной теплоты усовершенствованного когенерационного модуля ГД JMS 420 GS с подводом к ГД обратного теплоносителя двумя потоками с разной температурой: УК – утилизационный котел; Н – насос; $t_г$ – температура горячего теплоносителя; $t_{о.п1}$, $t_{о.п2}$ – температура первого и второго обратных потоков теплоносителя в ГД

При сохранении неизменным общего расхода теплоносителя в системе его температура на выходе из ГД и, соответственно, на входе в АБХМ повышается до 95°С (при условии разделения потоков в пропорции 60/40), что обеспечивает повышение эффективности трансформации сбросного тепла в холод в системе утилизации и 10% прирост холодопроизводительности, как видно на рис. 2.

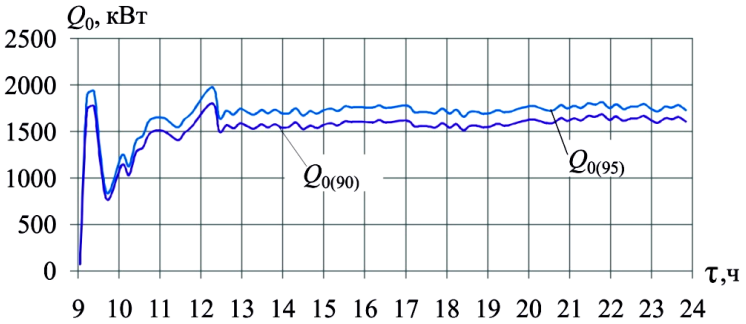


Рис. 2. Значения холодопроизводительности базовой системы утилизации $Q_{0(90)}$ и предложенной системы с двухпоточной подачей обратного теплоносителя $Q_{0(95)}$ (28.07.2011)

Выводы

Предложенный подход дает возможность повысить эффективность трансформации сбросного тепла. Разделение общего расхода на два потока обратного теплоносителя на входе ГД позволяет повысить температуру теплоносителя на выходе из УК и, как следствие, повысить тепловой коэффициент АБХМ и количество теплоты, трансформируемое в холод. В результате повышается холодопроизводительность АБХМ до 12% от базового значения.

Литература.

1. Economic utilization of Biomass and Municipal Waste for power generation. Some energy lasts for generations. – GE Jenbacher Company Overview. – June 13, 2007. – 39 p.

2. **Elsenbruch T.** Jenbacher gas engines a variety of efficient applications / T. Elsenbruch [статья]. – Bucureşti, October 28, 2010. – 73 p.

3. GTI Integrated Energy System for Buildings. Modular System Prototype/ G. Rouse, M. Czachorski, P. Bishop, J. Patel // GTI Project report 15357/65118: Gas Technology Institute (GTI). – January 2006. – 495 p.

УДК 621.57

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ НА ВХОДІ ГАЗОПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМБІНОВАНОЮ АБСОРБЦІЙНО-ПАРОКОМПРЕСОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ

Радченко А.М., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н.,
НУК ім. адм. Макарова, м. Миколаїв,

В результаті аналізу існуючих систем кондиціювання повітря машинних відділень (МВ) установок автономного енергозабезпечення виявлено резерви підвищення їх ефективності, розроблені раціональні схемо-конструктивні рішення з удосконалення енерговитратних традиційних систем охолодження припливного повітря МВ в центральному кондиціонері. Згідно із запропонованим принципом локального повітропостачання глибоке охолодження доцільне тільки для циклового повітря на вході ГД, а до інших джерел тепловиділень в МВ (електрогенератор, головки циліндрів двигуна і т.д.) можна подавати або вентиляційне повітря, або припливне повітря, охолоджуване в кондиціонері, в який подають холодну воду від абсорбційної бромистолітієвої холодильної машини (АБХМ).

Для скорочення витрат холоду на кондиціювання циклового повітря ГД і підвищення ефективності його охолодження була розроблена схема двоступеневого кондиціювання повітря на вході в ГД. Особливістю такої системи є те, що повітря на вході в двигун охолоджується за допомогою окремого двоступеневого повітроохолоджувача [3]. Повітроохолоджувач складається з високотемпературного ступеня $ПО_{ВТ}$, в який подається холодоносій з температурою 7 °С від АБХМ, і низькотемпературного ступеня $ПО_{НТ}$, з температурою холодоносія 4 °С від парокомпресорної холодильної машини (ПКХМ). При цьому зовнішнє повітря подають вентилятором спочатку в високотемпературний перший ступінь $ПО_{Iст}$ (рис. 1), де його температура знижується на величину $\Delta t_{ВО.вт}$ = 12 ... 19 °С, а потім в низькотемпературний другий ступінь $ПО_{IIст}$, де воно охолоджується на величину $\Delta t_{ВО.нт}$ = 5 ... 7 °С, і через вологовідділювач подається на вхід в ГД з температурою 8 ... 10 °С.

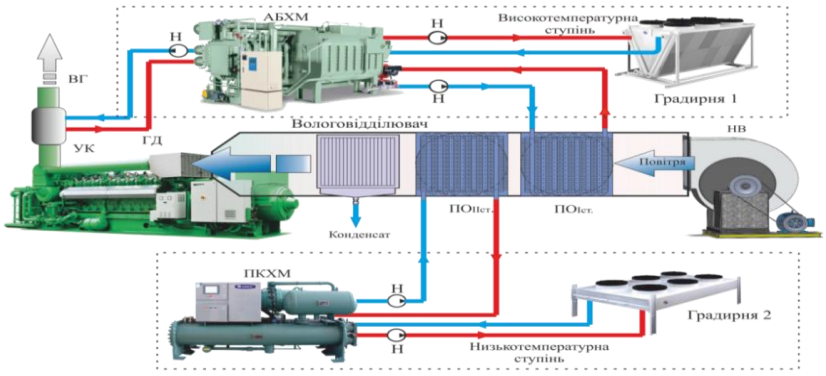


Рис. 1. Схема зонального кондиціювання з двоступеневим охолодженням припливного повітря

Таким чином, система зонального кондиціювання з двоступеневим охолодженням дозволяє ізолювати циклове повітря двигуна від повітря машинного відділення, що в свою чергу забезпечує збільшення глибини охолодження повітря і скорочення витрат холоду на кондиціювання припливного повітря за рахунок значного скорочення його витрат (від 60000 м^3/год до 7500 м^3/год).

Слід зазначити, що зональна система кондиціювання дозволяє також в разі необхідності використовувати в якості циклового повітря ГД зовнішнє неохолоджене повітря, що подається ізольованим каналам на вхід ГД. Пряма подача зовнішнього повітря допустима, коли його температура має прийнятні для більш економної роботи двигуна значення (10...18 °С) та у разі дефіциту холоду для технологічного холодопостачання. У схемі передбачено часткове або повне байпасування повітроохолоджувачів. Байпасування дозволяє скоротити аеродинамічний опір системи на величину ΔP = 280 ... 490 Па, зменшуючи тим самим витрата електроенергії вентилятором на 20 ... 25%.

На рис. 2 представлені поточні значення зниження температури припливного повітря $\Delta t_в$ в ПО, вологовмісту повітря на вході ПО $d_{нв}$, після високотемпературного першого ступеня ВО$_{Iст}$ $d_{в1}$ і низькотемпературного другого ступеня ПО$_{IIст}$ $d_{в2}$; питоме теплове навантаження високотемпературного ступеня ВО$_{Iст}$ q_{01}, низькотемпературного ступеня ПО$_{IIст}$ q_{02} і всього ПО q_0, зменшення питомої витрати палива за рахунок охолодження повітря на вході Δb_e і сумарне $\Sigma\Delta b_e$ з урахуванням витрат потужності, відповідно і палива, на подолання аеродинамічного опору ПО, а також Δb_{et} і сумарне $\Sigma\Delta b_{et}$ без урахування аеродинамічного опору ПО протягом доби 20.07.2009 р

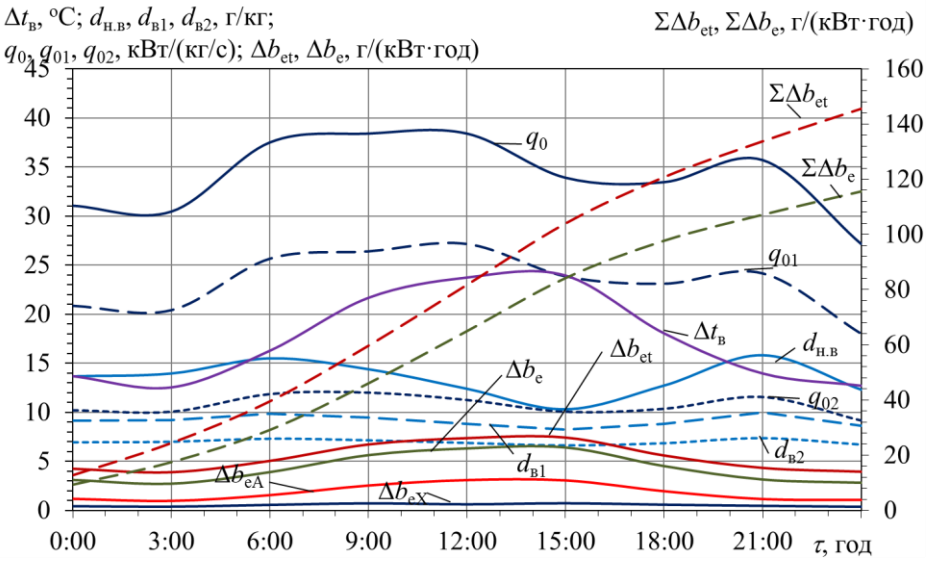


Рис. 2. Поточні значення зменшення температури зовнішнього повітря $\Delta t_п$ ПО; вологовмісту повітря на вході ПО $d_{нв}$, вологовмісту після високотемпературного першого ступеня ВО$_{Iст}$ $d_{в1}$ і низькотемпературного другого ступеня ПО$_{IIст}$ $d_{в2}$; питомого теплового навантаження високотемпературного ступеня ВО$_{Iст}$ q_{01}, низькотемпературного ступеня ПО$_{IIст}$ q_{02} і всього ПО q_0; поточне зменшення питомої витрати палива за рахунок охолодження повітря на вході Δb_e і сумарне $\Sigma\Delta b_e$ з урахуванням аеродинамічного опору ПО, а також Δb_{et} і сумарне $\Sigma\Delta b_{et}$ без урахування аеродинамічного опору ПО протягом доби 20.07.2009 р

Як видно, глибина охолодження припливного повітря становить $\Delta t_в$ = 8... 24 °С, що свідчить про більш високу ефективність охолодження припливного повітря в порівнянні з базовим варіантом і стандартними системами кондиціювання повітря МВ.

Використана література

1. **Морозюк Л. И.** Термодинамический анализ каскадных холодильных машин с R744в верхнем каскаде/ Л. И. Морозюк // Холодильна техніка та технологія. – 2016. – Т. 52, Вип. 1. – С. 12-17.

2. **Радченко А. М.** Охолодження приточного повітря машинного відділення газових двигунів тригенераційної установки / А.М. Радченко, А.В. Грич // Холодильна техніка та технологія. –2014. – № 6. – С. 20-25.

3. **Ткаченко С.Й.** Показники ефективності роботи енергетичних установок для сумісного виробництва теплової та електричної енергії/ Ткаченко С.Й., М.М.Чепурний, Н.В. Пішеніна. – Вінниця: Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 1. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/ejornals/NNTU/2010-1failes/uk/.htn. – С.54-57

УДК 621.577

ЭЖЕКТОРНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА С БУСТЕРНЫМ ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ СУДОВОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

Р.Н. Радченко[1], к.т.н., доц; И.В. Калиниченко[2], ст. преп.; А.А. Зубарев[1], ст. преп.; Н.С. Богданов[3], аспирант; В.И. Ефремов[1] , магистрант

[1]Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

[2]Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, Херсонский филиал

[3]Национальный университет "Одесская морская академия" НУ "ОМА"

С увеличением масштабов мирового промышленного и сельскохозяйственного производства, а также потребления товаров и услуг при крайне неравномерном распределении на планете природных ресурсов и населения роль морских судов как основных транспортных средств в мировом товарообмене уже стала определяющей, а в будущем не только не уменьшится, но и заметно возрастет. К настоящему времени объем морских перевозок грузов превышает 12 млрд. тон за год. Учитывая столь значительный вес морских перевозок в общем объеме мирового транспортного товарообмена, а также громадную суммарную тепловую мощность установленных на судах главных двигателей (более 95 % судов морского и речного флотов оборудовано дизельными энергетическими установками), вспомогательных дизель-генераторов и вспомогательных котлов, проблема повышения топливной экономичности судовых энергетических установок является крайне актуальной.

Известно, что с повышением температуры наружного воздуха (с температурой от 10…45 ºС), соответственно и воздуха в машинном отделении на входе дизеля (наддувочного турбокомпрессора) его топливная эффективность ухудшается. Так, с увеличением на 10 ºС температуры воздуха на входе малооборотного двигателя (МОД) удельный расход топлива b_e возрастает на 0,5…0,7 %. Значительные изменения в течение рейса температуры наружного воздуха и воздуха в МО на входе ТК, а также забортной воды, охлаждающей наддувочный воздух после ТК, остро ставят проблему охлаждения воздуха на входе с целью поддержания его высокой экономичности. На рис. 1 представлена зависимость удельного расхода топлива МОД от температуры воздуха на входе.

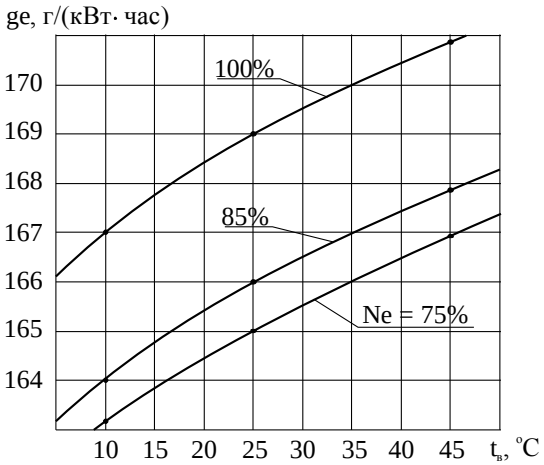


Рис. 1 Зависимость удельного расхода топлива МОД от температуры воздуха на входе

Возрастание при этом температуры отходящих газов и соответствующих потерь теплоты делает целесообразным ее трансформацию в холод теплоиспользующей холодильной машиной (ТХМ) и его использование для охлаждения воздуха на входе ТК. Конструктивно наиболее простой и надежной в эксплуатации является эжекторная холодильная машина (ЭХМ), в которой функцию компрессора выполняет эжектор.

Поскольку в течение рейса меняются температура $t_{нв}$ и влажность $\varphi_{нв}$ наружного воздуха, соответственно воздуха в машинном отделении на 10 ºС выше, чем наружного воздуха $t_{нв}$, то снижение температуры воздуха в охладителе $\Delta t_в$ на входе ТК и соответствующее сокращение потребления топлива МОД следует определять для судна на конкретной рейсовой линии.

В качестве примера рассмотрен балкер типа "Киев" с главным двигателем 7S50ME-C7.1-TII MAN (номинальная мощность $N_н$ = 12640 кВт, эксплуатационная $N_э$ = 10700 кВт) и рейсовая линия Мариуполь-Амстердам-Мариуполь.

При высоких тепловых нагрузках на отдельных участках рейса используемого в ЭХМ теплового потенциала может оказаться недостаточно. С целью повышения потенциала теплоты, используемой в ЭХМ,

весьма перспективным представляется применение тепловых насосов (ТН), поскольку на судах всегда имеется множество разнообразных источников низкопотенциальной теплоты. На рис. 2 представлена схема системы охлаждения воздуха на входе МОД с использованием ЕХМ с бустерным ТН.

Теплота отходящих газов используется в паровом утилизационном котле, а теплота водяного пара – на покрытие нужд судовых потребителей (20…30 % в теплое время) и в ЭХМ (70…80 %) для получения холода. Применение в ЭХМ низкокипящих рабочих тел (НРТ)-хладонов (хладон R142b) позволяет охлаждать воздух на входе МОД до сравнительно низких температур 15…20 ºС без необходимости поддержания вакуума в испарителе НРТ-воздухоохладителе (И-ВО).

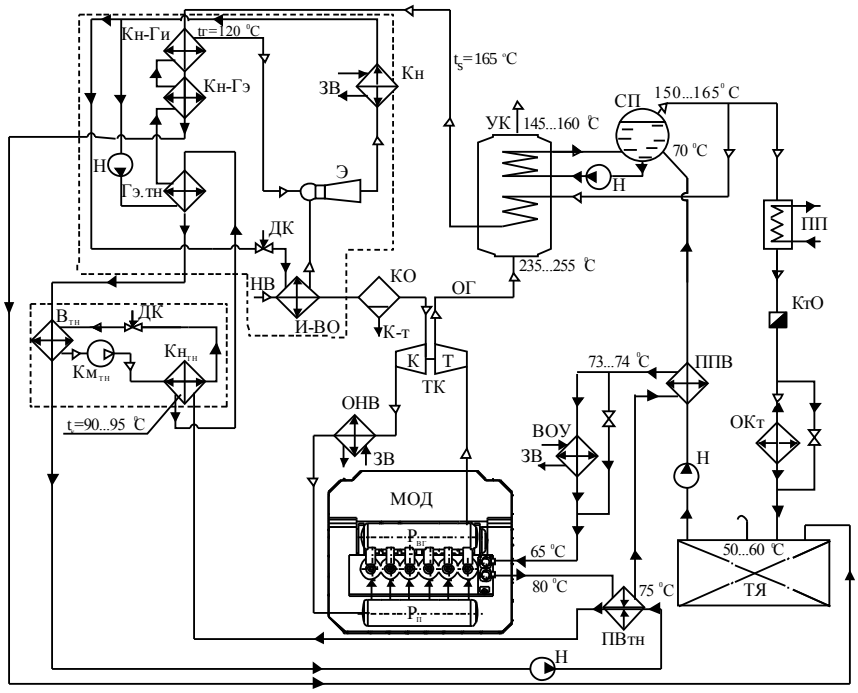


Рис. 2 Схема системы охлаждения воздуха на входе МОД с использованием ЭХМ с бустерным ТН
Н – насос ЭХМ; Кн-Ги – конденсатор-генератор испарительная секция ЭХМ; Кн-Гэ – конденсатор-генератор экономайзерная секция ЭХМ; Гэ.тн – генератор экономайзер ТН; Э – эжектор; ДК – дросельный клапан; НВ – наружный воздух; ЗВ – забортная вода; Кн – конденсатор; И-ВО – испаритель-воздухоохладитель; КО – конденсатоотводчик; К-т – конденсат, ТК – турбокомпрессор; ОНВ – охладитель наддувочного воздуха; ВОУ – водоопреснительная установка; ПВтн – подогреватель воды ТН; ППВ – подогреватель питательной воды; УК – утилизационный котел; СП – сепаратор пара; ПП – потребители пара; КтО – конденсатоотводчик; ОКт – охладитель конденсата; ТЯ – теплый ящик

Расчеты по программе mandieselturbo для МОД фирмы MAN показали, что использование теплоты уходящих газов в ЭХМ для охлаждения воздуха на входе ТК судового МОД обеспечивает сокращение удельного расхода топлива в летние месяцы на разных участках рейсовой линии Мариуполь–Амстердам–Мариуполь на 1,5…2,5 г/(кВт·ч). При этом снижение температуры воздуха на входе ТК МОД на величину $\Delta t_в$ = 10 ºС приводит к уменьшению удельного расхода топлива b_e примерно на 1,2 г/(кВт·ч).

УДК 621.577

ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВИХ ДВЗ

Р.М. Радченко[1], к.т.н., доц; І.В. Калініченко[2], ст. викладач; С.П. Барановський[2], магістрант; І.Є. Шалашов[1] , магістрант
[1]Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова
[2]Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Херсонська філія

Утилізація вторинних теплових ресурсів суднового головного двигуна (ГД) традиційно є одним з основних методів і технологій підвищення ефективності комплексного використання паливо-енергетичних ресурсів суднової енергетичної установки (СЕУ). Теоретичні дослідження і розробки систем повторного використання теплоти ГД, в першу чергу суднових дизельних установок (СДУ), були успішно реалізовані на

великому числі морських суден. Однак на сьогоднішній день ситуація з утилізацією теплоти СДУ на транспортному флоті якісно змінилася. Підвищення ККД ГД (ККД сучасних малообертових суднових ГД становить від 48,0 до 51,0 %) і зниження питомої витрати палива сучасних суднових дизелів супроводжується перерозподілом статей їх теплового балансу, зокрема зменшенням втрат з відхідними газами (ВГ) із зниженням температури ВГ (температура ВГ двигунів фірми "MAN Diesel & Turbo" знизилася до 235...265 °С, а двигунів фірми "Wartsila" - до 257...298 °С) при одночасному зростанні частки теплоти, що відводиться в охолоджувачі надувного повітря (ОНП) [http://www.mandieselturbo.com, http://www.wartsila.com]. Ці фактори в сукупності різко знижують ефективність традиційних схем утилізації теплоти. Стає складним одночасне забезпечення водяною парою як підігрівачів різних середовищ на судні, так і утилізаційного турбогенератора, що призводить до необхідності введення в роботу допоміжного котла (ДК).

Як один з варіантів вирішення цієї проблеми може розглядатися використання на суднах теплонасосних парогенеруючих установок (ТНПУ) для виробки водяної пари, джерелом споживаної теплоти низького потенціалу (у випарнику) у яких були б вторинні теплові ресурси ГД. Це дозволило б, по-перше, утилізувати скидаючу теплоту, зменшуючи тим самим теплове забруднення навколишнього середовища, по-друге, відмовитися від роботи ДК находовому режимі судна, а отже заощадити невідновлювані джерела енергії.

Вибір параметрів роботи установки утилізації низькопотенційної теплоти за допомогою теплового насоса визначається, з одного боку, необхідністю забезпечення максимального ступеня утилізації теплоти, що відводиться від дизеля різними охолоджуючими середовищами, а з іншого, наявністю на судні специфічних споживачів пари, в першу чергу, підігрівачів важкого палива для ГД і допоміжних дизель-генераторів. Аналіз параметрів суднових споживачів теплової енергії показує, що вони можуть бути розділені на три основні групи: з використанням водяної пари низького (0,3 МПа), середнього (0,5 МПа) і високого (0,9 МПа) тисків. Спочатку розглядалася робота ТНПУ з одержанням пари всіх трьох параметрів. Однак, враховуючи можливість термічного розкладання хладонов, які є робочим тілом ТНПУ, і з метою спрощення установки остаточно була прийнята схема двох тисків. При цьому припускалось, що водяний пар тиском 0,9 МПа виробляється в традиційному утилізаційному водяному котлі за рахунок теплоти ВГ ГД.

Проведений аналіз експлуатаційних ходових режимів роботи суден типу танкер «Победа», «Капелла», «Григорий Нестеренко», «Дмитрий Медведев» показав, що існує чотири різних режими навантаження на котельну установку судна типу танкер: ходовий режим при підтримці температури вантажу до 45 ºС; підготовка вантажу до вивантаження з підігрівом до 60 º С; миття танків; ходовий режим в баласті.

Тому витрата пари, а відповідно і навантаження на суднову котельну установку (утилізаційний котел (УК) і ДК) залежатиме від режиму експлуатації судна. У всіх ходових режимах для отримання водяної пари на танкері працює УК , але він не задовольняє всіх споживачів пар.

Для задоволення всіх потреб на судні у водяній парі додатково використовують ДК, який працює на частковому навантаженні.

В якості джерела низького потенціалу розгядалася вода, що охолоджує втулки циліндрів. Схема підключення та сумісної роботи ТНПУ та водоопріснювальної установки приведена на рис.

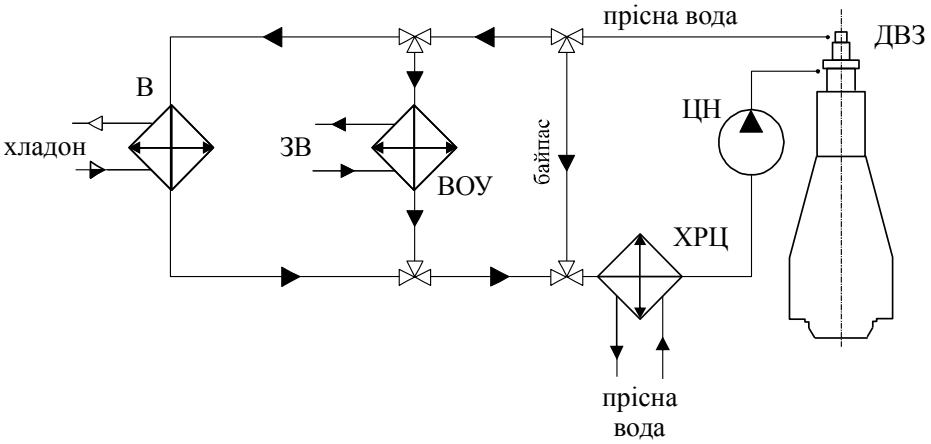


Рисунок. Схема з'єднання випарника ТНПУ до системи охолодження ДВЗ
В – випарник теплового насоса; ЗВ – забортна вода; ВОУ – водоопріснювальна установка; ХРЦ – холодильник системи охолодження втулок циліндрів ДВЗ; ЦН – циркуляційний насос

ВИСНОВКИ. На сьогоднішній день на водному транспорті питання утилізації скидної теплоти СДУ залишаються вкрай актуальними. Одним з варіантів вирішення цього завдання з урахуванням змінених параметрів роботи суднових дизелів є впровадження теплонасосних парогенеруючих установок.

Проведені дослідження показали енергетичну ефективність і технічну здійсненність теплонасосного напрямку утилізації низькопотенційної теплоти СДУ.

Остаточний вибір режимних параметрів роботи ТНПУ (у тому числі і марки хладону) повинен проводитися на основі оптимізаційних розрахунків, моделюючих конструктивні і вартісні характеристики апаратів установки.

УДК 621.577:658.26

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

І.В. Калініченко, ст. викладач; В.І. Сидорова, студентка
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія

На сьогоднішній день теплогенеруючим джерелом для більшості адміністративних будівель у м. Херсоні, як і в інших містах України, є міська ТЕЦ. Але ця система має ряд недоліків, основними з яких є, по-перше, залежність комфортних умов у приміщеннях адміністративної будівлі від температури поданої опалювальної води (температура води якої не регулюється для окремої будівлі), а по-друге, незадовільний стан тепломереж (у ТЕЦ реалізовані проекти 50-літньої давнини) та розташування міської ТЕЦ на значній відстані від більшості адміністративних будівель призводить до втрат теплоти при трасуванні опалювальної води.

Проведений аналіз трьох основних альтернативних варіантів автономного теплопостачання: газові котли, електричні бойлери та теплові насоси. При використанні газових котлів ми стикаємося з проблемами трасифікації газових магістралей до адміністративних будівель, які не були газифікованими при їх будівництві. Також, при роботі газових котлів виділяється значна кількість вуглекислого газу (CO_2), що погіршує екологічну обстановку (парниковий ефект). Основним недоліком використання електричних бойлерів є велика кількість споживаної електроенергії, тарифи на яку високі, і в майбутньому можливе лише їхнє збільшення.

Технічна можливість і енергетична ефективність застосування теплових насосів як джерела теплопостачання вже доведена майже півтора століття назад. Однак практичне використання ці розробки в Україні знайшли тільки в останні роки. Ведучим виробником теплонасосной техніки в нашій країні є ВАТ "РЕФМА" (Мелітопольський завод холодильного машинобудування). Заводом розроблено ряд парокомпресорних теплових насосів теплопродуктивністю від 8 до 60 кВт [1].

Перше ж застосування теплонасосних установок для опалення показало, що жодна котельня просто не в змозі економічно конкурувати з тепловим насосом [2], причини цього є їхня:

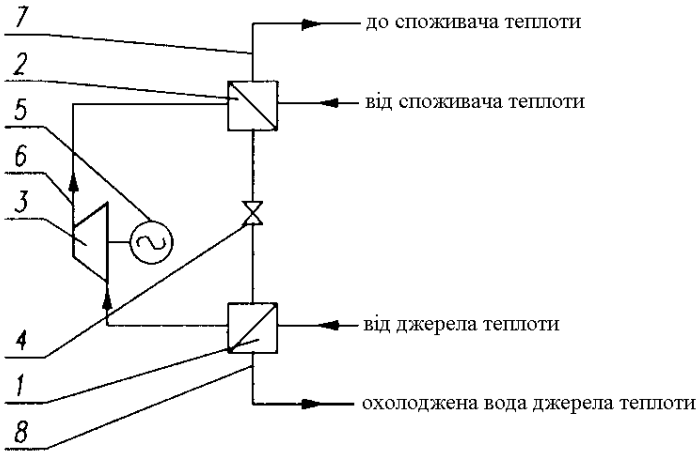
- економічність (щоб передати в систему опалення 1 кВт теплової енергії тепловому насосу потрібно лише 0,20...0,35 кВт електроенергії);
- екологічна чистота - тепловий насос не спалює паливо і не робить шкідливих викидів в атмосферу;
- легка адаптація до наявної системи опалення;
- швидкий термін окупності (у зв'язку з низькою собівартістю виробленої теплоти тепловий насос окупається в середньому за 3...5 років) [3].

Теплонасосні установки доцільно використовувати при переході до децентралізованих систем теплопостачання (без протяжних теплових мереж, що мають досить велику вартість), що істотно зменшує експлуатаційні витрати і збільшує надійність роботи.

За принципом дії найбільш розповсюдженими є парокомпресорні чи абсорбційні схеми теплових насосів. Як джерело теплоти низького потенціалу можна використовувати ґрунтові води (t=8...15 ^{O}C), ґрунт (t=5...10 ^{O}C), водопровідну воду (t=9...20 ^{O}C), каналізаційні стоки (t=10...17 ^{O}C).

З огляду на незаперечні переваги теплонасосного автономного теплопостачання, була розглянута можливість реалізація цієї технології для опалення навчально-адміністративної будівлі Херсонської філії НУК.

Тепловий насос (див. рисунок) містить три основних агрегати (випарник, конденсатор, компресор) і три основних контури (хладоновий, водяні джерела і споживача теплоти). Як низькопотенційне джерело теплоти використовується зворотня вода центральної системи опалення (планується, що теплонасосна установка буде опалювати ¼ частину будинку). Низькопотенційна теплота цієї води (+20 ^{O}C) за допомогою теплового насоса транспортується на температурний рівень +60 ^{O}C опалювальної води. Устаткування теплонасосної станції дозволяє регулювати як температуру води на опалення, так і кількість переданої їй теплоти.



Принципова схема теплового насоса

1 – випарник; 2 – конденсатор; 3 – компресор; 4 – дросель; 5 – електродвигун; 6 – хладоновий контур; 7 – водяний контур споживача; 8 – водяний контур джерела теплоти

Шляхом регулювання дросельним клапаном виставляється такий тиск хладона у випарнику, щоб температура його кипіння склала +10 ^{O}C. При тепловому контакті з «гарячими» трубками, частина хладона випаровується, відбираючи теплоту від води. Охолоджена на 2...4 ^{O}C вода повертається на ТЕЦ. Газоподібний хладон усмоктується компресором, стискується ним і, нагрітий, виштовхується в конденсатор.

Конденсатор за принципом – такий же теплообмінний апарат, як і випарник. Потрапляючи в міжтрубний простір з температурою +70 ^{O}C і вступаючи в тепловий контакт з водою із системи автономного опалення з температурою +60 ^{O}C, хладон конденсується на «холодних» трубках конденсатора, передаючи свою теплоту воді із системи опалення. Потім рідкий хладон стікає на дно конденсатора, звідки за рахунок перепаду тиску через дросельний клапан повертається у випарник. Далі цикл повторюється. Основні техніко-економічні показники роботи теплового насоса наведені в таблиці.

Таблиця. Основні техніко-економічні показники роботи теплового насоса

Показник	Одиниця виміру	**Числове значення**
1. Теплопродуктивність	кВт	36
2. Споживана електрична потужність	кВт	13,3
3. Витрата води на конденсатор (контур опалення)	м^3/годину	6,12
4. Витрата води на випарник	м^3/годину	4,87
5. Опалювальна площа приміщень будинку	м^2	700

ВИСНОВКИ Реалізація теплонасосної технології автономного теплопостачання дозволяє істотно поліпшити екологічний стан, що забезпечується:

- заощадженням непоновлюваних енергоресурсів;
- зменшенням викидів CO_2 (парникові гази) в атмосферу.

Упровадження теплових насосів дозволяє знизити витрати палива на одиницю виробленої теплоти в порівнянні з котельнями від 20 до 50 % або забезпечити 3...4–кратну економію електроенергії в порівнянні з прямим електрообігріванням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Melitopolskiy-zavod. – Режим доступу: http//melitopolskiy-zavod.pulscen.com.ua.
2. Тепловые насосы. Технологии и системы использования низкотемпературных и возобновляемых источников теплоты // Новости теплоснабжения. – 2001. – №11. – С.24-32.
3. **Янтовский Е.И., Левин Л.А.** Промышленные тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 128 с.

УДК 621.567

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИКЛІВ З РЕКУПЕРАТИВНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРОМІЖНОГО ТИСКУ

Ярошенко Валерій Михайлович,
Одеська національна академія харчових технологій,
Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. Мартиновського В.С.,

Одним з методів підвищення експлуатаційних показників та надійності роботи холодильних машин є застосування рекуперативних теплообмінників (РТО). Разом з тим, е в залежності від термодинамічних параметрів холодильного циклу і властивостей холодильного агента, рекуперативні процеси можуть обумовлювати суттєве підвищення кінцевої температури стиснення пари (температури нагнітання), що приводить до зростання роботи циклу, зниження енергетичних характеристики машини і експлуатаційних характеристик мастила. Тому температури нагнітання для більшості холодильних агентів є обмеженими.

Підвищення температури кінця стиснення, як відомо, може обумовлюватися також зростанням температури зовнішнього середовища , підвищеним перегрівом пари при всмоктуванні холодоагенту, погіршенням технічного стану компресорного устаткування або попаданням в циркуляційний холодильний контур повітря та інших домішок.

З розвитком компресоробудування рядом фірм запропоновано унікальну можливість практичної реалізації холодильного циклу, в якому одночасно застосовується принцип рекуперативного теплообміну між рідиною високого тиску та парою проміжного тиску з уприскуванням її в компресор. Схема холодильної машини з рекуперативним теплообмінником (РТО) проміжного тиску фірми Copeland [2] і відповідний холодильний цикл показані на рис. 1.1.

Конструктивно така схема технічно найбільш просто реалізується в спіральних компресорах, які комплектується спеціальними патрубками для подачі пари в РТО. Частина холодильного агенту високого тиску ΔG після конденсатору (або РТО) направляється до регулюючого вентилю де відбувається дроселювання до проміжного тиску P_{01}. В РТО відбувається рекуперативний теплообмін між основним потоком рідини високого тиску G та вологою парою ΔG, що обумовлює переохолодження рідини (процес 7-6) за рахунок процесу випаровування (8-5). Пара проміжного тиску всмоктується компресором де змішується з основним потоком (процес 5-2), стискається та направляється до конденсатору.

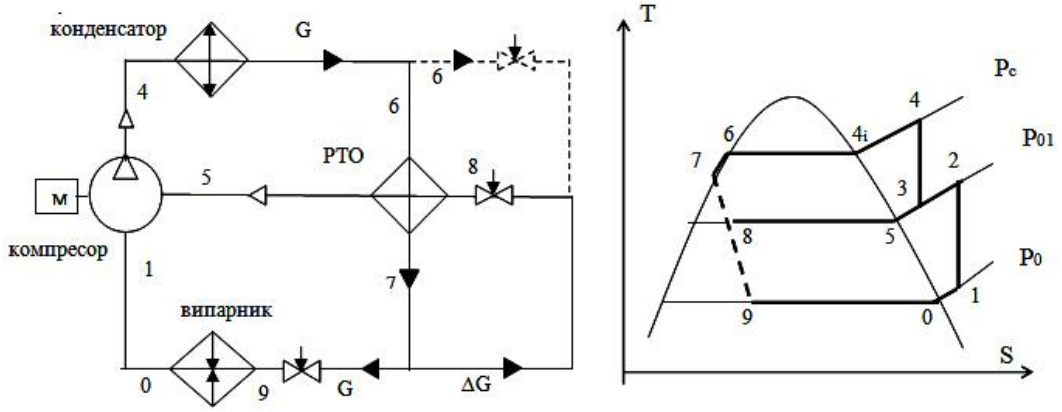


Рис. 1.1. Схема та цикл холодильної машини з РТО проміжного тиску.

Таким чином умовно реалізується схема двоступеневого стиснення, що забезпечує зниження температури стиснення холодильного агенту (температури нагнітання), додаткове переохолодження холодоагенту та збільшення рівню заповнення випарника рідиною Але при цьому має місце додаткова затрата роботи в компресорі в наслідок збільшення масової витрати на ΔG. При цьому, енергетичні показники холодильного циклу безумовно будуть залежати від зовнішніх параметрів холодильного циклу, властивостей холодильного агенту та кількості холодильного агенту проміжного циклу.

Виробники рекомендують[2], що для оптимальної роботи РТО необхідно проводити відбір рідкого холодоагенту з основного потоку рідини (ΔG) після конденсаторів з водяним відводом теплоти. При цьому забезпечується мінімальне переохолодження холодоагенту в конденсаторі, яке необхідне для стійкої роботи ТРВ, оскільки гарантує відсутність пари на вході в ТРВ, що обумовлює стабільну роботу вентиля. Такий варіант включення РТО для циклів з водяними конденсаторами показано пунктиром.

При реалізації циклів з повітряними конденсаторами доцільно подавати на ТРВ рідину високого тиску після РТО, що до того ж обумовлює зниження її кількості за рахунок зменшення баластної пари після дроселювання.

Аналіз холодильної машини з таким типом РТО виконувався на базі теоретичного циклу [3] з різною кількістю холодильного агенту проміжного циклу ΔG =0,1G та ΔG=0,15G, при різних температурах кипіння холодильного агенту та температурах конденсації 30°С і 40°С для холодильних агентів R404 A та R410 A. об'єм

Визначення параметрів в вузлових точках циклу та термодинамічний аналіз виконувався при використанні відповідних комп'ютерних програм за наступними рекомендаціями [2]:

- параметри рідини після переохолодження в РТО визначаються із рівняння його енергетичного балансу.

$$\Delta G \ \ h_5 - h_7 \ \ = (G + \Delta G) \ \ h_6 - h_7$$

$$h_7 = h_6(1+g) - g \cdot h_5$$

- параметри пари в точці 3 визначаються із рівняння енергетичного балансу при змішуванні потоків пари в точках 2 і 5.

$$\Delta G \cdot h_5 + G \cdot h_2 = (\mathrm{G} + \Delta \mathrm{G}) \cdot \mathrm{h}_3$$

$$h_3 = \frac{g \cdot h_5 + h_2}{1+g}$$

- питома холодопродуктивність циклу, Дж/кг, $q_o = h_o - h_7$
- витрата холодильного агенту, кг/с

$$G = \frac{Q_o}{q_o}$$

- питома робота циклу, Дж/кг

$$l = (h_2 - h_1) + (1+g)(h_4 - h_3)$$

- коефіцієнт перетворення енергії теоретичного циклу, $\varepsilon = \frac{q_o}{l}$

Результати розрахунків показують, що холодильний коефіцієнт циклу з РТО проміжного циклу практично не змінюється при позитивних температурах кипіння та зростає на 10-15% при зниженні температури кипіння і збільшенні кількості холодильного агенту проміжного тиску або температури конденсації. Незважаючи на те, що загальна робота компресора при цьому зростає, енергетична ефективність циклу підвищується, оскільки темп зростання холодопродуктивності за рахунок переохолодження перевищує зростання споживаної компресором роботи.

Застосування таких РТО збільшує величину переохолодження рідини високого тиску та, як наслідок, зменшує рівень сухості пари при дроселюванні. В порівнянні з холодильними машинами із класичним РТО величина переохолодження зростає до 25% для фреону R410 A та до 20% для фреону R404 A. Температура кипіння та температура конденсації при цьому суттєвого пливу не мають.

На рис. 1.2. приводяться результати розрахунків в виді графіків залежності температури нагнітання від температури кипіння для холодильних агентів R404A та R410A при температурах конденсації 40 °С для РТО з різною кількістю холодильного агента проміжного тиску. Лінії 1 та 2 відповідають циклам з класичним РТО для R410A та R404A відповідно. Лінії 3 і 4 відповідають холодильному агенту R410 A при 10 та 15 % холодильного агента проміжного тиску відповідно, а лінії 5 і 6 відповідають холодильному агенту R404 A при 10 та 15 % холодильного агента проміжного тиску відповідно. Температура нагнітання за результатами розрахунків зменшується до 25% - 40 % у порівнянні з холодильними циклами із класичним РТО в залежності від температури кипіння та конденсації.

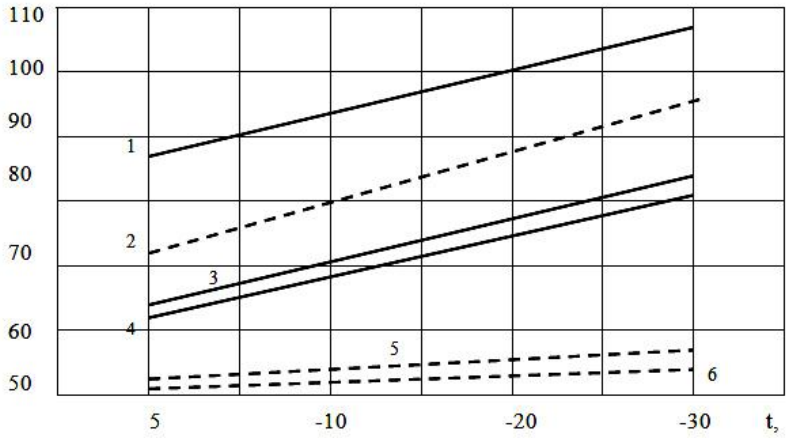


Рис.1.2. Залежність температура нагнітання від температури кипіння

Аналіз результатів розрахунків показує що більш ефективним холодильним агентом в таких схемах є R410A в порівнянні з R404A . .

За результатами розрахунків холодильних циклів з РТО проміжного циклу можливо зробити наступні висновки, які підтверджується наступним :

- зростанням холодильного коефіцієнту та рівню термодинамічної досконалості циклу;
- зменшенням температури нагнітання ;
- збільшенням величини переохолодження рідини високого тиску ;
- зростанням практично усіх енергетичних показників циклу при підвищенні температури конденсації , збільшенні кількості пари проміжного тиску та зниженні температури кипіння.
- суттєвими перевагами циклу з РТО проміжного циклу по відношенню до циклів з класичними РТО;

При цьому для реалізації таких циклів можливо застосування практично усіх холодильних агентів і навіть тих, які не рекомендується застосовувати в циклах з класичними РТО.

Література.

1. **Гемелев Ю.А., Мнацаканов Г.К.** Энергетическая эффективность теоретических регенеративных циклов компрессионных холодильных машин на современных холодильных агентах. В сб. « Холодильная техника и технология», вып. 60, 1999, стр. 90 -94.
2. Каталог фирмы DWM COPELAND.www. Copeland.com.
3. **Мартыновский В. С.** Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов. — М.: Энергия, 1979. — 288 с.

УДК 643.336547.128

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ НЬЮТОНІВСЬКОЇ РІДИНИ ПРИ ПЕРЕХІДНОМУ ГІДРОДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМІ

Білецький Едуард Володимирович, д-р техн. наук, професор кафедри іноваційних харчових технологій Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету; e-mail: bileckyj@meta.ua
Петренко Олена Володимирівна, канд. техн. наук, доцент кафедри підготовки та перепідготовки фахівців холодильної та торговельної галузей, Харківський державний університет харчування та торгівлі; e-mail: elenalion71@gmail.com

Сьогодні опис перехідного режиму течії є актуальною проблемою і має науково-прикладне значення. У харчовій промисловості існує достатня кількість малов'язких рідин, течія яких здійснюється в ламінарному і перехідному режимах. На цей час для вивчення перехідного режиму течії пропонуються два способи. Один із них пов'язаний з дослідженням гідродинамічної нестійкості [1], а другий – із моделюванням ділянки переходу зі складним періодичним або хаотичним рухом [2]. Перший спосіб спрямовано на з'ясування умов зародження перехідного режиму. Він вивчає умови течій ламінарного характеру, у яких виникає збурювання течії в часі та просторі. В основі вивчення полягає рівняння Орра–Зоммерфельда [3]. У результаті розв'язання цього рівняння встановлюється зв'язок між структурою профілю швидкості ламінарної течії й умовами збільшення

амплітуди збуреної течії. Другий спосіб досить новий, заснований на властивостях реодинамічної системи гідродинамічного типу при зміні параметра руху (числа Рейнольдса) руйнувати свій періодичний рух і перетворювати його на багатоперіодичний або аперіодичний [4]. Нами пропонується побудова моделі течії ньютонівських рідин в трубі при перехідному гідродинамічному режимі на підставі використання феноменологічного підходу. Вище зазначений підхід ґрунтується, по-перше, на експериментально спостережуваній картині переходу між режимами, по-друге, на добре відомих властивостях течії на кінцях ділянки переходу із ламінарного в турбулентний режими. На кінцях ділянки переходу відомі стабілізовані профілі швидкості – пуазейлевський і логарифмічний (квазілогарифмічний), а також відомі довжини стабілізації – ламінарна і турбулентна [5]. Візуалізація ділянки переходу потоку демонструє наявність підділянки з ламінарною та турбулентною поведінкою, тобто розбивається на підділянки. Якщо число Рейнольдса стає рівним його значенню на нижній (ламінарній) границі проміжку переходу, турбулентні підділянки зникають. Зі збільшенням числа Рейнольдса об'єм і кількість турбулентних підділянок збільшуються так, що коли число Рейнольдса стає рівним його значенню на верхній (турбулентній) границі проміжку переходу, ламінарні підділянки зникають. Наступне припущення полягає в тому, що всередині кожної з підділянок течія вважається такою, як на границях проміжку переходу. Нарешті, у ході розгляду переходу між режимами в трубах передбачається, що підділянки з ламінарною й турбулентною поведінкою чергуються вздовж труби. Схематично течія зображена на рисунку.

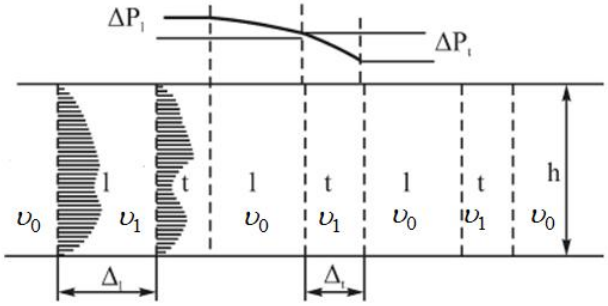


Рис. Перехідний рух у трубі: l – ламінарні ділянки; t – турбулентні ділянки; Δ_l – довжина ламінарної ділянки; Δ_t – довжина турбулентної ділянки

Стабілізована стала течія має профіль швидкості, що не залежить від поздовжньої координати вздовж осі труби. Це справедливо як для ламінарного, так і для турбулентного режимів течії. У перехідному режимі профіль швидкості є періодичною функцією поздовжньої координати й змінюється від ламінарного стабілізованого до турбулентного стабілізованого й навпаки. Для кожної ламінарної ділянки турбулентний стабілізований профіль на його початку перетвориться на ламінарний стабілізований профіль у кінці. Для кожної турбулентної ділянки ламінарний стабілізований профіль на його початку перетвориться на турбулентний стабілізований профіль у кінці. Зазначені перетворення можна записати за допомогою експонентних множників, показники ступеня яких визначаються відношенням довжини ламінарної й турбулентної ділянок течії та довжини стабілізації відповідного режиму руху. Якщо на межах ламінарної підділянки течії профіль швидкості позначити як υ_0 і υ_1 відповідно до рис., то ці профілі пов'язані між собою перетвореннями такого вигляду:

$$\upsilon_0 \to \upsilon_1 = \upsilon_0 e^{-\Delta_l / L_l} + \upsilon_l^{\infty} \cdot \left(1 - e^{-\Delta_l / L_l}\right),$$

$$\upsilon_1 \to \upsilon_0 = \upsilon_1 e^{-\Delta_t / L_t} + \upsilon_t^{\infty} \cdot \left(1 - e^{-\Delta_t / L_t}\right). \qquad (1)$$

де υ_0 та υ_1 – профілі швидкості течії на межах ламінарної підділянки, м; Δ_l – довжина ламінарної ділянки, м; Δ_t – довжина турбулентної ділянки, м.

Довжини стабілізації є відомими функціями числа Рейнольдса перехідного режиму течії. Вибір експонентних перетворювальних множників у (1) базується на таких міркуваннях: початкові профілі течії в трубах під дією рівняння Навьє–Стокса змінюються так, що кожен компонент розкладання початкового профілю в ряд Фур'є за поперечною координатою здобуває експонентний множник, що залежить від числа Рейнольдса, номера компонента розкладання та поздовжньої координати. Внески всіх компонентів, крім першого, швидко згасають, так що еволюція початкового профілю має експонентний характер. Ця властивість і використана в рівнянні (1). Для того, щоб обчислити довжину встановлення профілів швидкостей, що чергуються, необхідно знати кількість пар турбулентних і ламінарних ділянок. Для цього слід задати довільний початковий профіль швидкості $\upsilon_н$ на вході до труби. Результат $\upsilon_н$ також буде залежати від парності або непарності числа ділянок течії й від того, з якої ділянки, ламінарної чи турбулентної, починається течія. Для скорочення запису зручно ламінарний експонентний множник позначити як e_l, а турбулентний – як e_t. Тоді ланцюжок співвідношень, які пов'язують послідовні профілі швидкості, набуває такого вигляду:

$$\upsilon_i e_l + \upsilon_l^{\infty} \cdot (1 - e_t) = \upsilon_{i+1}, \quad i = 0, 1 \ldots N,$$

$$\upsilon_{i+1} e_t + \upsilon_t^{\infty} \cdot (1 - e_l) = \upsilon_{i+2}. \qquad (2)$$

Далі необхідно розглянути окремо випадки $N = 2k$ та $N = 2k + 1$ ламінарного та турбулентного початків на вході в трубу та розвязати систему рівнянь (2) щодо величин υ_l.

Ламінарним і турбулентним ділянкам відповідають перепади тисків: ΔP_l – для ламінарної та ΔP_t – для турбулентної ділянок. Початкові й кінцеві тиски $P_п$ і $P_к$ на кінцях труби пов'язані з перепадами тисків ΔP_l і ΔP_t. Між величинами ΔP_l і ΔP_t існує зв'язок, що виникає з умови рівності витрати течії на ламінарних і турбулентних ділянках. Якщо в ролі стабілізованих профілів у пласкій трубі використовувати пуазейлевський та логарифмічний профілі швидкості, то співвідношення між ΔP_l і ΔP_t набуває такого вигляду:

$$\dot{V}_l = \frac{h^3}{12\mu}\frac{\Delta P_l}{\Delta l}; \quad \dot{V}_t = \left(\frac{h^3 \Delta P_t}{2 \cdot 0{,}4^2 \rho \Delta_t}\right)^{1/2} \cdot \ln\left[\frac{h}{\mu/\rho}\left(\frac{h\,\Delta P_t}{2\rho\Delta_t}\right)^{1/2}\right],$$

$$\dot{V}_l = \dot{V}_t, \qquad \nu = \mu/\rho. \qquad (3)$$

де $\dot{V}_l$ та $\dot{V}_t$ – величини витрати течії на ламінарних і турбулентних ділянках, м^3/с.

Рівняння для ΔP_t є нелінійним, його розв'язання залежить від величин h і μ. Наведене рішення можна приблизно розв'язати, якщо задатися значенням $\Delta P_t^{1/2}$ у правій частині.

Для визначення коефіцієнта опору тертя необхідно виразити його через коефіцієнти опору тертя ламінарної та турбулентної ділянок, які добре визначені. Виражаючи втрати тиску на подолання тертя через втрати в кожній ділянці, при цьому усі швидкості пов'язані з витратою $\dot{V}$. Визначення величини місцевих опорів подібне визначення опору тертя. З огляду на це необхідно всі місцеві опори розбити на дві групи: локалізовані й делокалізовані. Якщо перехідний режим проходить через локалізований місцевий опір, то різниця тисків на його кінцях випробовує коливання між значеннями, що відповідають Re = Re* та Re = Re**. Якщо перехідна течія долає делокалізований місцевий опір, то замість усереднення за часом слід усереднити значення за поздовжньою координатою так, як це робиться для визначення коефіцієнта опору тертя.

Як видно з рис. при рішенні виразів необхідно враховувати Δ_l, Δ_t. Вони мають такі властивості: $\Delta_l(\mathrm{Re}\to\mathrm{Re}^*)\to\infty$, $\Delta_l(\mathrm{Re}\to\mathrm{Re}^*)\to 0$; $\Delta_t(\mathrm{Re}\to\mathrm{Re}^*)\to 0$, $\Delta_t(\mathrm{Re}\to\mathrm{Re}^*)\to\infty$. На основі цих граничних властивостей, можна підібрати велику кількість залежностей від функцій Re*, Re**, Re, що мають різну кількість параметрів. Ці параметри підлягають визначенню на основі проведення експериментальних робіт. Однак і без експериментів можна висловити низку міркувань з приводу величин Δ_l, Δ_t. Одне з них полягає в тому, що турбулентний режим течії має велике число ступенів свободи, пропорційне кубу відношення масштабу ділянки течії до найменшого масштабу турбулентності, яким є товщина в'язкого пристінного підшару. Тоді ламінарному руху відповідає число ступенів свободи порядку одиниці; тобто в'язкий підшар займає всю ділянку течії. Число ступенів свободи перехідної течії менше, ніж у турбулентної, та пропорційне числу Re. Стосовно моделі розшарованої течії з турбулентною та ламінарною ділянками це означає, що число ступенів свободи $N_{пер}$ пов'язане з числом ступенів свободи турбулентної течії. А із пропорційності числа ступенів свободи виходить, що

$$\mathrm{Re} = \frac{\mathrm{Re}^{**} \cdot \Delta_t + \mathrm{Re}^{*} \cdot \Delta_l}{\Delta_t + \Delta_l}. \qquad (4)$$

Співвідношення (4) завдяки вищевказаним властивостям довжин Δ_l і Δ_t задовольняє таким умовам: $\mathrm{Re}(\Delta_l\to\infty)\to\mathrm{Re}^*$, $\mathrm{Re}(\Delta_l\to\infty)\to\mathrm{Re}^{**}$. Тепер слід прийняти найпростішу з гіпотез відносно величини Δ_l при зміні числа Re, що має такий вигляд:

$$\Delta_l \sim \frac{(\mathrm{Re}^{**} - \mathrm{Re})^m}{(\mathrm{Re} - \mathrm{Re}^*)^n} d, \qquad (5)$$

де n і m – постійні величини.

Якщо за формулами (4) і (5) знайти довжину Δ_t, то для неї отримаємо такий вираз:

$$\Delta_t \sim \frac{\mathrm{Re} - \mathrm{Re}^{*\,1-n}}{\mathrm{Re}^{**} - \mathrm{Re}^{1-m}}. \qquad (6)$$

Оскільки в (5) і (6) ліві частини мають розмірність довжини, а праві – безрозмірні, то як коефіцієнт пропорційності слід підібрати величину, пропорційну єдиному масштабу течії – товщину труби h. Таким чином,

модель стає три параметричною, її параметрами є коефіцієнт пропорційності, спільний для Δ_t і Δ_l і показники ступеня.

З огляду на зазначене, можна виділити такі риси вищеозначеної моделі течії. Модель перехідного режиму течії є феноменологічною і ніяк не пов'язана з мікроскопічними теоріями перехідних режимів. Отримана модель ґрунтується на знаннях щодо стабілізованої течії в ламінарному та турбулентному режимах. Модель використовує добре відомі дані довжини стабілізації ламінарних та турбулентних режимів, а також у спрощеній геометричній формі візуально спостережувану картину перемежованості в перехідному режимі течії. Модель дозволяє будувати стандартні пригранічні шари, тому може бути використана для опису тепломасообміну в перехідному гідродинамічному режимі течії.

Список джерел інформації

1. **Белов И. А.** Моделирование турбулентных течений / И. А. Белов, С. А. Исаев. – СПб. : Балт. гос. гехн. ун-т, 2001. – 108 с.

2. **Климгомович Ю. Л.** Турбулентность и структура хаоса / Ю. Л. Климгомович. – М. : Наука, 1990. – 320 с.

3. **Джозеф Д.** Устойчивость движений в жидкости / Д. Джозеф. – М. : Мир, 1981. – 638 с.

4. **Полянин А. Д.** Уравнения нестационарного пограничного слоя: общие преобразования и точные решения / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев // Теор. основы хим. технологии. – 2001. – Т. 35 – С. 120–129.

5. **Маслау С. А.** Гидродинамические неустойчивости и переход к турбулентности / С. А. Маслау. – М. : Наука: 1984. – 344 с.

УДК 621.578

ПРОМІЖНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИКЛОВОГО ПОВІТРЯВ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВКАХ

Кобалава Галина Олександрівна, аспірантка
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна
g.lavamay@gmail.com

Протягом останніх десятиліть газотурбінні установки (ГТУ) отримали велике розповсюдження у якості теплових двигунів для авіаційної, суднової та наземної енергетики завдяки досить високій ефективності, модульності конструкцій, пристосованості до автоматизації, надійності та технологічності, відносно невеликим інвестиційним витратам.

ГТУ простої схеми (рис. 1) мають порівняно невисоку теплову економічність. Це пов'язано, насамперед, з тим, що велика частина потужності (40…60 %), що виробляється турбінами, витрачається на привід ступенів компресорів. Витрата потужності тим більша, чим вище температура повітря навколишнього середовища, що надходить в компресори [1, 2]. Зростання температури зовнішнього середовища на кожен 1 °С призводить до зменшення вихідної потужності ГТУ на 0,5…0,9 % [1].

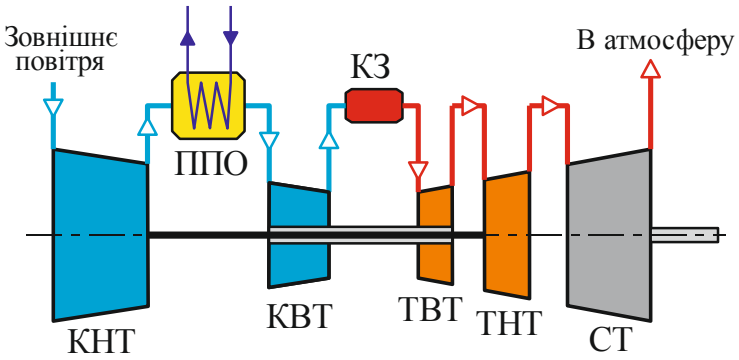


Рис. 1. ГТУ простої схеми:

КНТ – компресор низького тиску; КВТ – компресор високого тиску; КЗ – камера згоряння; ТВТ – турбіна високого тиску; ТВТ – турбіна низького тиску; СТ – силова турбіна

Одним з ефективних способів підвищення потужності і ККД газотурбінних установок (ГТУ) є упорскування води в проточну частину компресора газотурбінного двигуна. Даний спосіб полягає в тому, що вода під високим тиском упорскується в ненасичений повітряний потік, в якому через різницю парціальних

тисків водяної пари на поверхні крапель води і в повітряному потоці вона випаровується, відбираючи теплоту на випаровування від циклового повітря [1]. Вода, що упорскується, виконує дві функції – відбирає теплоту у охолоджуваного повітря і повертає її в цикл ГТУ у вигляді додаткового робочого тіла – пари. Для ГТУ великої потужності цей метод добре випробуваний і давно впроваджений в експлуатації на широкому ряді комерційних установок. Упорскування води здійснюється головним чином для збільшення потужності газотурбінного двигуна (режими форсування) і стабілізації потужності ГТУ при високих температурах навколишнього середовища.

Перспективним способом розпилення рідини є застосування термогазодинамічної компресії, що дозволяє поєднати два фізичні процеси – контактне охолодження повітря і підвищення тиску, які у свою чергу забезпечують скорочення витрат потужності компресора. Для здійснення таких процесів застосовують аеротермопресор [2].

Термогазодинамічна компресія (термопресія) – це підвищення тиску газу в процесі миттєвого випаровування води, упорскуваної в газовий (повітряний) потік, прискорений до швидкості, близької звуковій [6]. При цьому на випаровування води відводиться теплота від газу (повітря), в результаті чого знижується його температура. Варто зазначити, що застосування термогазодинамічної компресії як засобу ефективного розпилення води, а також збільшення кількості робочого тіла в циклі ГТУ раніше не розглядалося.

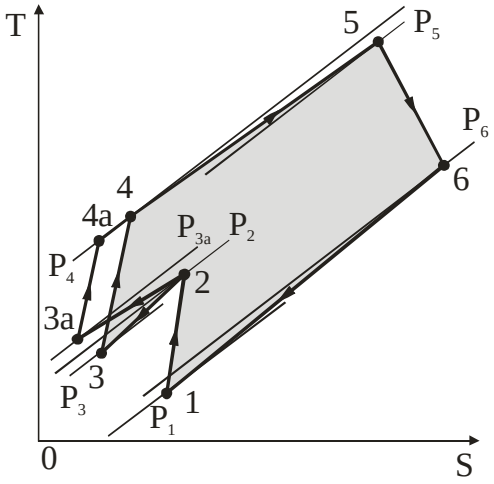


Рис. 2. Термодинамічний цикл ГТУ з проміжним охолодженням повітря в аеротермопресорі.

На рис. 2 показано теоретичний термодинамічний цикл ГТУ. Особливістю такого циклу є те, що процес охолодження повітря 2-3а супроводжується не зниженням тиску (в наслідок аеродинамічного опору), а його підвищенням на $\Delta P_{тп} = (P_{3a} – P_2)$. З циклу можна побачити, що охолодження в аеротермопресорі можливо до температури дещо вищої ($t_{3a} = 50…70\ ^oC$) ніж в поверхневому повітроохолоджувачі, де температура повітря на виході із урахування недоохолодження буде становити $t_3 = 25…50\ ^oC$.

Результати досліджень показують, , збільшення тиску становить $\Delta P_{тп} = (P_{3a} – P_2) = 4…12$ %. Площа фігури (рис. 2), яка обмежує процеси циклу, у випадку із охолодженням аеротермопресором буде більше, ніж з поверхневим повітроохолоджувачем, тобто $S_{1\text{-}2\text{-}3a\text{-}4a\text{-}5\text{-}6} > S_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4\text{-}5\text{-}6}$, що свідчить про збільшення ККД циклу, і становить $\Delta\eta_e = 1{,}0…2{,}0$ %.

ВИСНОВКИ

1) Висока швидкість потоку (біля звукової) забезпечує більш ефективний розпил рідини, ніж в традиційних контактних способах охолодження циклового повітря;

2) При контактному охолодженні збільшується витрата робочого тіла, і як наслідок, збільшується потужність ГТУ;

3) Аеротермопресор – більш компактний та конструктивно і технологічно простий в порівнянні із традиційним поверхневими повітроохолоджувачами;

ЛІТЕРАТУРА

1. **Jonsson, M.** Humidified gas turbines – a review of proposed and implemented cycles [Text] / M. Jonsson, J. Yan. // Energy. – 2005. – №30. – P. 1013–1078.

2. **Романовський, Г. Ф.** Сучасні газотурбінні агрегати. Том 1. [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв: НУК, 2005. – 344 с.

3. **Радченко, М. І.** Аналіз ефективності проміжного охолодження повітря газотурбінних установок упорскуванням води аеротермопресором [Текст] / М. І. Радченко, Д. В. Коновалов, Г. О. Кобалава. // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2017. – № 4 (139). – С. 106−111.

УДК 621.578

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИКЛОВОГО ПОВІТРЯ В ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВКАХ

Коновалов Дмитро Вікторович, к.т.н. доцент, докторант
Кобалава Галина Олександрівна, аспірантка
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

Одним із шляхів покращення експлуатаційних характеристик газотурбінних установок (ГТУ), підвищення потужності та зменшення витрати палива є перехід до складного циклу. Існують наступні способи підвищення ефективності циклів ГТУ [1–3]:

1) охолодження повітря на вході в компресор;
2) проміжний підігрів газу в процесі розширення;
3) проміжне охолодження повітря в процесі підвищення тиску;
4) регенерація теплоти відхідних газів ГТУ;
5) утилізація теплоти відхідних газів ГТУ в паротурбінному теплоутилізаційному контурі (газопаротурбінна технологія "Водолій");
6) утилізація теплоти відхідних газів ГТУ з організацією її роботи за контактним газопаротурбінним циклом.

Серед наведених способів підвищення ефективності ГТУ одним з перспективних є застосування проміжного охолодження в процесі стиснення в компресорі, тобто підвищення ефективності роботи компресора шляхом ізотермування процесу стиснення повітря (наближення кінцевої температури стиснення до початкової) [1]. Звідси, без втрати потужності знижується температура газів на вході в турбіну, що сприятливо позначається на ресурсі ГТУ або з'являється можливість підвищити потужність ГТУ без зниження ресурсу її роботи [1, 2].

Проміжне охолодження циклового повітря ГТУ можливо здійснити, принаймні, двома шляхами:

1) зовнішнім охолодженням, тобто через поверхню теплообміну. Таке охолодження можна здійснити, об'єднуючи ряд послідовних ступенів компресора з установкою в проміжках повітряного тракту теплообмінників. Зовнішнє охолодження повітря скорочує роботу стиснення, але в той же час безповоротно виводить частину теплоти з циклу;

2) змішуванням циклового повітря з диспергованою водою, тобто упорскування води у вигляді крапель на вході компресора або по його тракту між ступенями [2]. При цьому краплі води, що випаровуються відводять теплоту від повітряного потоку, охолоджуючи його.

Розглянуто ряд газотурбінних агрегатів (ГТА) з проміжним охолодженням поверхневими теплообмінниками. В ГТА WR-21 (Rolls Royce plc) з метою підвищення ефективності були застосовані сумісне проміжне охолодження повітря між компресорами та регенерація теплоти відпрацьованих газів. В ГТА "Надєжда" використаний регенератор в основному циклі, а також охолодження повітря між компресорами і підігрів мережної води в утилізаторі. Застосування такої теплової схеми дозволяє збільшити ККД агрегату до 44 %. Застосування проміжного охолодження в LMS100 (General Electric) дозволило збільшити ступінь підвищення тиску повітря до $\pi_к = 40$, і початкову температуру газу $T_{г1} = 1653$ К при цьому ККД склало $\eta_e = 45{,}5$ % [1, 2, 3].

Таким чином застосування проміжного охолодження в ГТУ із поверхневими повітроохолоджувачами дозволяє досягати значень ККД в 32…38 % при питомій потужності відповідно 180…300 кВт/(кг/с), при цьому ступінь підвищення тиску в компресорі для сучасних ГТУ складатиме $\pi_к = 25–32$ [2].

Іншим перспективним способом проміжного охолодження циклового повітря є контактне охолодження шляхом розпилення дрібно-розпиленої води через форсунки [2, 3].

Так в основі технології HAT (Humidified Advanced Turbine або Humidified Air Turbine) лежить використання вологого повітря в циклі ГТУ шляхом упорскування води після компресора. Більш вдосконалю є технологія багатоступінчатого стисненням повітря та розширенням газу – CHAT (Cascaded Humidified Advanced Turbine). Також до перспективних технологій слід віднести газопаротурбінну технологію "Водолій" (ДП НВКГ "Зоря-Машпроект") і SPRINT (ГТА марки LM6000 PC). Система "WAC" (Hitachi, Ltd.) за рахунок упорскування води в проточну частину компресора дозволяє на 5...10 % збільшувати потужність ГТД в найбільш складних кліматичних умовах [3].

Використання струминних апаратів є одним із перспективних способів проміжного охолодження компресорного повітря ГТУ [4].

Суттєві технічні переваги струминних апаратів, роблять їх цілком конкурентоспроможними порівняно з механічними способами упорскування води, традиційними теплообмінниками та іншими пристроями:

- відсутність рухомих частин;
- повна герметичність та висока надійність;
- простота у виготовленні та обслуговуванні;

- здатність працювати без приводу енергії ззовні.

Одним з перспективних способів контактного проміжного охолодження циклового повітря ГТУ є використання такого струминного апарату як аеротермопресор [5].

Аеротермопресор – це двофазовий струминний апарат для контактного дисперсного охолодження, в якому за рахунок відведення тепла від газового потоку відбувається підвищення тиску газу та його охолодження.

Підвищення повного тиску в аеротермопресорі може біти досить значним і складати до 30 %. В розглянутих схемах ГТУ застосування проміжного охолодження повітря упорскуванням води аеротермопресором дозволяє підвищити ККД ГТУ складного циклу зі ступінчастими стисненням і розширенням – на 2…4 %.

Крім того, слід зазначити, що застосування вприску рідини в аеротермопресорі при швидкості біля швидкості звуку (M = 0,35…0,95) забезпечить більш ефективне дрібнодисперсне розпилення в потоці, на відмінку від розпилення форсунками.

ВИСНОВКИ

Наведений аналіз розглянутих технологій дає змогу стверджувати, що застосування аеротермопресора для контактного проміжного охолодження циклового повітря ГТУ забезпечить ефективне дрібнодисперсне розпилення рідини в потоці повітря з одного боку і певне збільшення тиску цього потоку з іншого.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Романовський, Г. Ф.** Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів [Текст] / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, С. І. Сербін. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 304 с.
2. **Воусе, М. Р.** Gas Turbine Engineering Handbook [Text] / M. P. Boyce. – Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 2002. – 801 p.
3. **Романовський, Г. Ф.** Сучасні газотурбінні агрегати. Том 1. [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв: НУК, 2005. – 344 с.
4. **Соколов, Е. Я.** Струйные аппараты [Текст] / Е. Я. Соколов, Н. М. Зингер. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
5. **Радченко, М. І.** Аналіз ефективності проміжного охолодження повітря газотурбінних установок упорскуванням води аеротермопресором [Текст] / М. І. Радченко, Д. В. Коновалов, Г. О. Кобалава. // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2017. – № 4 (139). – С. 106−111.

УДК 53.043

УЧЕТ ДЕФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КАПЛИ НА ПРОЦЕСС ТЕПЛОМАССООБМЕНА

Бушманов В.М., Когут В.Е., Жихарева Н.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий,

Существует целый ряд задач для решения, которых необходимо решить задачу испарения капель жидкости. В частности, решение этой задачи имеет большое значение для понимания объёмного испарительного охлаждения движущегося потока газа. Эта задача решалась многими способами, при этом эти решения используют ряд допущений: капли являются твердыми неупругими сферами, отсутствует коагуляция, деформация капли.

С целью увеличения качества расчетов нами предпринята попытка добавить в расчеты уточнения, позволяющие более точно описать процесс тепломассообмена.

На процесс тепло и массообмена влияет ряд факторов - такие как плотность, поверхностное натяжение, теплоемкость, а также их температуры и относительные скорости движения сред. Так же влияние имеет поверхность раздела фаз. Массовый поток идущий от или к капле:

$$q_m = \frac{4\pi D_f M_f (p_k - p_s)}{RT}$$

где D_f-коэффициент диффузии.M_f-молекулярный вес испаряющегося(конденсирующегося) вещества, R-газовая постоянная;T-температура, p_k-парциально давление у поверхности капли,p_s--парциальное давление на удалении от капли

Суммарное изменение тепла в капле

$$cm\frac{dT}{} = s\alpha(T_{\infty} - T_k) - (cT_k + H)\frac{4\pi D_f rM}{RT}(p_k - \nu p_H)$$

где, c-теплоемкость; m-маса; s-площадь поверхнсти капель; α-коэффициент кондуктивного теплообмена; T - температура соотвественно на удалении от капли и у поверхности; H- скрытая теплота парообразования; Df-коэффициент диффузии; r- радиус капли; M-молеклярній вес; R- газовая постоянная; p (к,н)- парциальное давление соотвественно у капли и на удалении[1].

Капля при движении через атмосферу испытывает трение о слои воздуха что приводит к интенсификации движения жидкости внутри капли. Когда энергия движения и созданного ими колебаний превышает силу поверхностного натяжения форма капли изменяется, вытягивается перпендикулярно по отношению к движению потока. Скорость, при которой капля начинает деформироваться зависит от свойств жидкости, вязкости поверхностного натяжения, и размеров капли. Изменение формы капли сопряжено так же с изменением площади поверхности раздела фаз. Основные факторы которые влияют на деформацию движущейся капли жидкости можно объединить в безразмерном критерии Вебера[2]

$$We = \frac{\rho L v^2}{\sigma}$$

где, ρ-плотность; L-характерный размер; v-скорость; σ-поверхностное натяжение

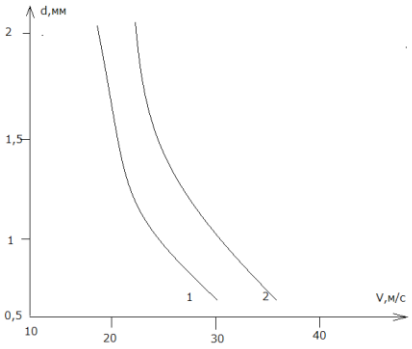


Рисунок 1. Зависимость диаметраа капли воды от скорости обдуваемого газа

На рис.1 показана зависимость радиуса капли воды к скорости с которой ее обдувает газ. На линии 1 капли начинают разбиваться на две отдельные, а на линии 2 они начинают распылятся, при этом капли при движении не сохраняют идеальную сферическую форму. Для расчета теплообмена в таком случае нужно принимать поправку на изменение площади поверхности капли.[3]

Для расчета теплообмена группы капель в нашем устройствебыла использована математическая модель с учетом изменения формы капель. При расчетах была выбрана теоретическая наибольшая скорость, которая может бать создана в нашем устройстве. Для этих значений скорости рассчитали число Вебера. В соответствии с имеющимися данными была введена поправка на площадь капель. Результаты расчётов показаны на рис. 2.

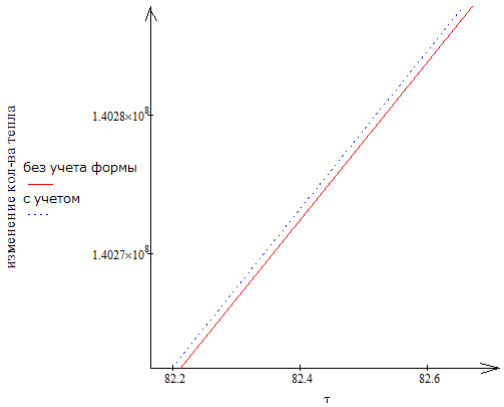


Рис. 2 Зависимость изменения тепла в каплях от времени

На рисунке 2 видно разницу в изменении количества тепла. Однако в имеющихся у нас условиях разница в расчетах незначительная. Однако при последующем исследовании возможно уточнение поправочных коэффициентов в соответствии с практическими данными.

Доработана математическая модель с учетом изменения площадей поверхностей капель позволяющая учитывать деформацию капли на процесс тепломассообмена.

Литература

1. «Физико-математическая модель испарения капель мелкодисперсных аэрозолей» А.А. Антонникова, Н.В. Коровина, О.Б. Кудряшова, И.М. Васенин
2. «Необыкновенная жизнь обыкновенной капли» Волынский М. С. В70 Необыкновенная жизнь обыкновенной капли.—* М.: Знание, 1986.— 144 с. (Наука и прогресс).
3. «Числа Вебера для стадий трансформации водяных снарядов при их свободном падении в воздухе»Р.С. Волков,Г.В. Кузнецов,П.А. Куйбин,П.А. Стрижак Национальный исследовательский Томский политехнический Университет/Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск

УДК. 621.565.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КОНДЕНСАТОРІВ З ПОВІТРЯНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ

Стоянов П.Ф, к.т.н., Мирний В.С., магістрант, Єршов В.О., магістрант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

На даний час конденсатори з повітряним охолодженням широко використовуються у складі різноманітних енергетичних установок. Це пов’язано з подорожчанням та гострим дефіцитом водних ресурсів. Холодильні установки мереж роздрібної торгівлі вподобали теплообмінні апарати з повітряним охолодженням у зв’язку з простотою експлуатації та обслуговування.

Дана дослідницька робота присвячена визначенню та вивченню параметрів, які впливають на енергетичні показники конденсаторів з повітряним охолодженням. Оптимізація параметрів роботи повітряних конденсаторів холодильних установок тісно пов’язана з дослідженням впливу на енергоефективність наступних параметрів: швидкості теплоносія (повітря), конфігурації поверхні теплообміну, типу оребрення, матеріалу з якого виготовлено оребрення та теплообмінні труби, параметрів зовнішнього середовища, режимів роботи вентиляторів, питомої витрати охолоджуючого середовища та інш.

Підвищення надійності функціонування енергетичного обладнання тісно пов'язане з підтриманням допустимих температурних режимів роботи. Отже, вивчення процесів теплообміну енергетичного обладнання є важливою дослідницькою задачею. На сьогоднішній день підвищення рівня технологічного оснащення підприємств, що випускають теплообмінне обладнання, дозволяє випускати поверхні теплообміну різноманітного конструктивного виконання.

Аналіз літературних джерел [1-6] підтверджує великий потенціал енергозбереження при використанні поперечно-оребрених систем тепловідводу та при дотримані умов оптимальної експлуатації конденсаторів холодильних установок з повітряним охолодженням. Оптимальний режим роботи теплообмінника з повітряним охолодженням обумовлено комбінацією багатьох режимних параметрів. Суттєвий вплив на енергоефективну роботу апаратів з повітряним охолодженям здійснює швидкість прокачування повітря крізь апарат, конфігурація теплообмінної поверхні та оребрених теплообмінних елементів. Результати дослідження [7] свідчать, що економія енергоресурсів може сягати від 5 до 50 % лише за умови підбору оптимальної швидкості охолоджуючого повітря.

У літню пору при підвищенні температури зовнішнього повітря зростають температура конденсації та енергоспоживання холодильної установки. Підвищені температури охолоджуючого повітря можуть перешкоджати досягненню необхідних для технологічного процесу низьких температур. Це відбувається за рахунок збільшення теплового навантаження на конденсатор, що обумовлене підвищенням зовнішніх теплопритоків, і зменшення холодопродуктивності компресорів. В холодну пору року при низькій температурі навколишнього повітря навпаки знижується тиск конденсації, у зв'язку з чим можливе істотне збільшення холодопродуктивності установки. Це створює диспропорцію між наявною холодовидатністю установки і потребою в холоді. Всі ці представлені особливості експлуатації конденсаторів з повітряним охолодженням необхідно приймати до уваги при проектування нових та експлуатації діючих холодильних установок.

В повітряних конденсаторах низькотемпературних агрегатів іноді завищують площу теплообміну конденсаторів. Це дозволяє, наприклад, знизити температуру обмотки вбудованого електродвигуна компресора та температуру конденсації. Таке технічне рішення виправдане у зв’язку з тим, що дещо завищена площа теплообміну окупається меншими експлуатаційними витратами на електроенергію.

Метої даної роботи є дослідження шляхів оптимізації роботи конденсаторів з повітряним охолодженням.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати існуючи конструкції повітряних конденсаторів та визначити шляхи підвищення їх енергетичної ефективності
2. Вивчити вплив геометричних та режимних параметрів на тепло-енергетичні показники поверхонь теплообміну апаратів з повітряним охолодженням
3. Провести варіантні розрахунки серійних конденсаторів зі зміною умов експлуатації повітряних конденсаторів для визначення шляхів енергетичного удосконалення теплообмінників.
4. Вивчити вплив на характеристики серійного обладнання типу заправленого холодильного агенту, виявити характерні особливості та сформувати відповідні рекомендації.

Висновки

В представленому дослідженні проведено теоретичне моделювання роботи конденсатора при заправці холодильної установки різними холодильними агентами при умові дотримання однакових температур конденсації та параметрах зовнішнього повітря. Результати варіантних розрахунків дозволили кількісно оцінити вплив компоновки теплобмінного пучку, температури охолоджуючого середовища на енергетичні характеристики теплообмінника. За результатами моделювання було виявлено, що при зміні типу заправленого холодильного агенту суттєво змінюється потужність серійного конденсатору з повітряним охолодженням. Наприклад, якщо холодильну установку буде переведено з хладону R404a на R417a, потужність теплообмінного апарату зменшується приблизно на 9,2%. Вибір оптимальної глибини підігріву повітря в апараті в процесі проектування теплообмінника дозволяє до 20% підвищити інтенсивність процесу відводу теплоти з одиниці поверхні теплообміну.

Література

1. **Лагутин А.Е.** Совершенствование аппаратов воздушного охлаждения с трубчато-ребристыми поверхностями (теория и практика): Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.04.03 - Холодильная а криогенная техника, системы кондиционирования, Одесса, Одесская государственная академия холода,1998. - 370 с.
2. **Тимошевская Л.В.** Улучшение показателей крупнотонажной аммиачной холодильной установки с воздушным конденсатором комплекса перегрузки аммиака: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.04.03 - Холодильная а криогенная техника, системы кондиционирования, Одесса, Одесская национальна академия пищевых тенологий,2016. - 139 с.
3. **Несвицкий А.А., Кабаков А.Н., Максименко В.А.** Выбор оптимальных режимов охлаждения конденсаторов холодильных установок // Холодильная техника- 1985.- №9,- С.39-43.
4. **А.А.Гоголин, Н.М.Медникова, О.В.Косой** 0 выборе экономичного типа конденсатора холодильной установки для различных климатических зон / А.А.Гоголин, Н.М.Медникова, О.В.Косой и др. — Холодильная техника - 1979 - № 6,- С. 11-16.
5. **Лагутин А.Е., Стоянов П.Ф**. Численное исследование аэродинамических характеристик поверхностей теплообмена с поперечными наклонными ребрами // Problemele energeticii regionale. Acadenia de stiinte a Moldovei Institutul Energetica. – 2016. - №3(32). -С.91-100
6. **А.Е. Лагутин, П.Ф. Стоянов** Оценка тепловых характеристик труб с поперечными ребрами // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології // Холодильна техніка та технологія, 51 (1), 2015, с. 25-30.
7. **James Lawson** Propst Air conditioner condenser optimization// THESIS Presented to The Faculty of the Division of Graduate Studies, Georgia, Institute of Technology, August, 1975, 144 p

УДК 621.5.041

ХОЛОДИЛЬНІ СПІРАЛЬНІ КОМПРЕСОРИ

Буданов Василь Олексійович, канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій

За останні 30 років у номенклатурі холодильних компресорів з'явився новий тип компресорів об'ємного стиску – спіральний компресор.

Ідея такого компресора відома з 1905 року, але промислове виробництво цих компресорів стало можливим тільки в умовах використання нових сучасних технологій обробки деталей. Першими на ринок холодильного устаткування спіральні компресори поставили фірми «Воск» (Німеччина) і «Copeland» (Бельгія), науковим групам цих великих виробників холодильного устаткування належать і значні наукові розробки в

галузі дослідження спіральних компресорів. У міру вдосконалювання металообробних технологій, холодопродуктивність цих компресорів збільшується і росте їхня кількість. Сьогодні тільки «Copeland» виробляє більше 4 млн. штук у рік.

У наш час у холодильній техніці спіральні компресори входять до складу холодильних машин малої й середньої продуктивності, що працюють на робочих речовинах HFC – і HCFC-типу в торговельній техніці, побутових і транспортних кондиціонерах, теплових насосах.

Яскравим представником сучасних спіральних компресорів є моделі для холодильної техніки Digital Scroll фірми «Copeland» з плавним регулюванням холодопродуктивності для роботи на R404A.

Цей компресор забезпечує новий спосіб регулювання холодопродуктивності, який відповідає стандартам якості Copeland. Діапазон регулювання від 10% до 100%. Забезпечена простота керування за допомогою сеціального контролера. Регулювання продуктивності відбувається за допомогою зміни часу ефективного стиску.

Тривалість включення постійно змінюється в межах тривалості циклу до 30 секунд. Розвантаження досягається за допомогою вертикального ходу нерухомої спіралі. Соленоїдний вентиль дозволяє створити перепуск газу високого тиску для розвантаження спірального блоку. При цьому електродвигун працює постійно та забезпечує низьке споживання електроенергії.

Технологія регулювання холодопродуктивності Copeland Scroll заснована на принципі радіального та осьового переміщення спіралей. Переміщення спіралей забезпечує високу надійність, ефективність і довговічність компресора. Крім того компресор має високу стійкість до «вологого ходу» та стійкість до влучання механічних часток.

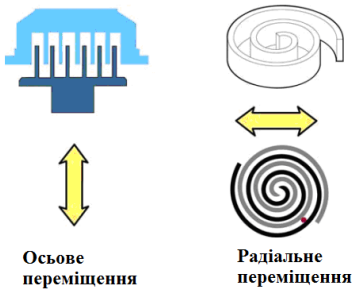


Рис. 1. Метод регулювання спірального компресора, заснований на принципі переміщення спіралей

Механізм регулювання холодопродуктивності Copeland Scroll представлений на рис.2. Розвантажувальна камера розміщена над поршнем та з'єднана з порожниною високого тиску технологічним свердлінням діаметром 0,6 мм.

Соленоїдний клапан з'єднує розвантажувальну камеру з усмоктувальною порожниною. ***Поршень ж***орстко закріплений на нерухомій спіралі. Коли поршень рухається нагору, він тягне за собою нерухому спіраль.

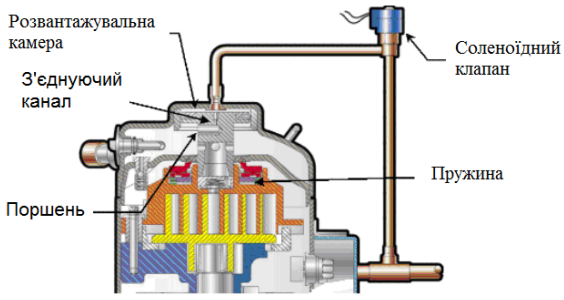


Рис.2. Механізм регулювання

Механізм регулювання працює наступним чином. Коли соленоїдний вентиль закритий (нормально закритий СВ) тиск із обох сторін поршня дорівнює тиску нагнітання, а зусилля пружини забезпечує контакт спіралей. При відкритому соленоїдному вентилю (подане живлення на катушку) дуже мала кількість газу високого тиску з розвантажувальної камери перепускається на сторону низького тиску. Поршень піднімається нагору й тягне за собою верхню спіраль. Відбувається миттєве об'єднання всіх порожнин усередині спірального блоку, тобто компресор не стискає. При знеструмленні соленоїдного вентиля він закривається, перекриваючи канал скидання тиску, й процес стиску відновлюється. Осьовий хід нерухомої спіралі дуже малий, менше 1,0 мм. Кількість газу високого тиску, що перепускається на сторону низького тиску дуже мала (діаметр свердління 0,6 мм)

Під час роботи з регулюванням продуктивність компресора становить або 100%, або 0%. Плавне регулювання продуктивності досягається шляхом зміни часу ефективного стиску компресора.

Приклад:

Цикл роботи становить 20 с, якщо компресор здійснює стиск на протязі 10 с і не стискає на протязі 10 с, то продуктивність компресора становить 50%.

Якщо компресор стискає на протязі 5 с, то продуктивність дорівнює 25%.

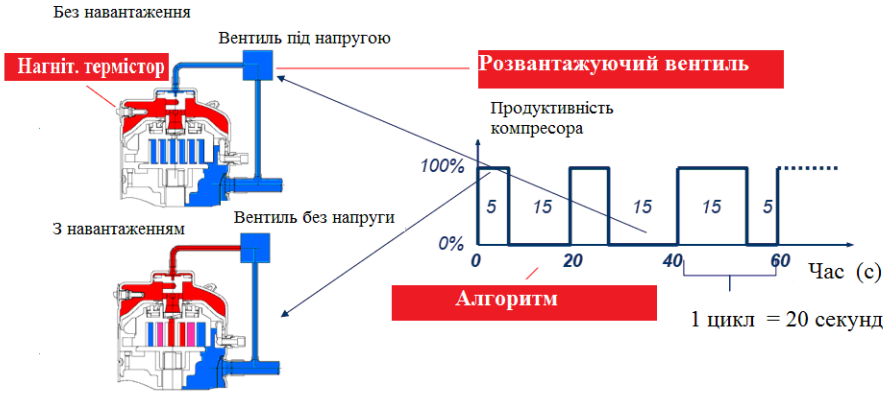


Рис. 3. Алгоритм роботи

Компресор Digital Scroll має наступні переваги. Зміна продуктивності виконується шляхом розвантаження спірального блоку. При розвантаженні компресор не стискає газ. Зміна продуктивності досягається шляхом зміни часу розвантаження. Діапазон зміни продуктивності від 10% до 100%. Процес зміни продуктивності відбувається безупинно, що забезпечує швидку реакцію на потребу зміни холодопродуктивності. Висока ефективність при частковому навантаженні (рис.4). В розвантаженому стані споживання електроенергії становить 500 Вт. Відсутні втрати в інверторі внаслідок його відсутності. Плавна зміна продуктивності гарантує прецизійну підтримку температури ± 0,5°С. Відключення та підключення спірального блоку є чисто механічною операцією, тому електромагнітне випромінювання відстутнє. Дуже низьке винесення мастила у систему холодильної машини. Максимальний об'єм мастила, що циркулює в системі дорівнює 1%. При відключенні спірального блоку мастило компресор не залишає. Швидкість переміщення газу по системі дорівнює швидкості при 100% продуктивності, що гарантує повернення мастила.

Все це дозволяє забезпечити високу стабільність холодильного коефіцієнта у широкому діапазоні холодопродуктивностей.

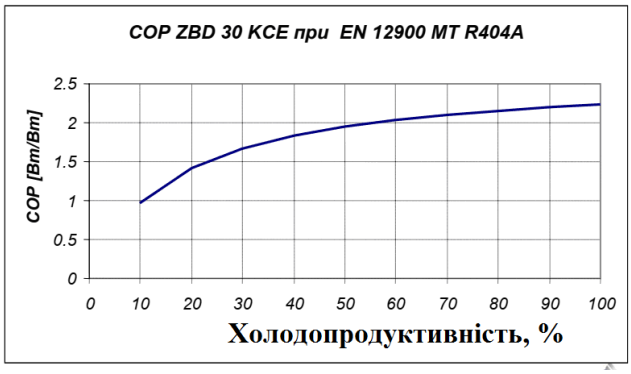


Рис.4. Зміни холодильного коефіцієнта при регулюванні холодопродуктивності

Таким чином використання в холодильній техніці систем з компрессором Digital Scroll забезпечує наступні переваги:

1. ефективність;
2. низька вартість у порівнянні з інвертором;
3. більш висока надійність механічного методу регулювання в порівнянні з електронним (інвертор);
4. простота конструкції;
5. відсутнє електромагнітне випромінювання;
6. самий широкий діапазон регулювання;
7. немає проблем з поверненням мастила.

Література

1. Компресори та компресорно-конденсаторні агрегати COPELAND. [Електронний ресурс] http://www.copeland.com.ua, 2018
2. Технічна інформація Copeland [Електронний ресурс] http://www. copeland.su/, 2018

УДК 641.546.4

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РІЗНОМАНІТНИХ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ КРІОГЕННИХ ТЕМПЕРАТУР

Якушенко Євген Миколайович, канд. техн. наук, доц. кафедри холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки Харківського державного університету харчування та торгівлі *(м. Харків)*
papelats@ukr.net.

Як відома у всіх системах зрідження газів, зокрема у найпростішій системі зрідження повітря Хемпсона використовується дросельний вентиль та відбувається дроселювання за законом Джоуля — Томсона.

Для одержання низьких температур використовують розширення газу у пристрої, що виконує роботу (детандер).

Але існує багато різних інших способів отримання кріогенних температур.

Одним із способів є адіабатичне відкачування пари. Якщо посудину з кріорідиною теплоізолювати (умови можна вважати адіабатичними) та відкачувати утворювану пару, то зі зниженням абсолютного тиску буде знижуватися і температура кипіння. При цьому теплота, потрібна для випаровування, відбирається від рідини, що залишилася. Зануривши об'єкт у таку рідину, можна знижувати його температуру допоки рідина не випарується повністю або не затвердне. Зручним для використання у цьому разі є зріджений гелій, що не твердне за низького тиску. Проте недоліками його використання є потреба у високому вакуумі та висока вартість зрідженого гелію.

Кипіння зріджених газів за зниженого тиску використовують також для одержання проміжних температур, тобто температур, що лежать між нормальними температурами кипіння речовин, наприклад між 77 К (азот) і 27 К (неон).

Іншим способом є використання рефрижератора розчинення для підтримання температур 0,005–0,05 К. За принципом дії цей рефрижератор нагадує абсорбційну холодильну машину, що працює на суміші ізотопів гелію 3He та 4He. Теплота, потрібна для розчинення, відбирається від розчину, тому він охолоджується.

Адіабатичне розмагнічування парамагнетиків, запропоноване У. Джіоком та П. Дебаєм, передбачає використання парамагнітних солей (церієво-магнієвий нітрат, залізоамонієві й хромокалієві галуни, мідно-калієвий та залізоамонієвий сульфати, сульфат гадолінію та ін.) і магнітного поля (для впорядкування молекул). За відсутності магнітного поля молекули або магнітні іони (диполі) орієнтовані довільно. Після ізотермічного накладення поля за температури близько 1 К (аналог ізотермічного стиснення газу) вони впорядковуються, орієнтуються за силовими лініями, зменшуючи ентропію матеріалу. Теплота, що виділяється при цьому, відводиться (наприклад, зрідженим гелієм). Якщо після цього теплоізолювати парамагнетик і зняти магнітне поле в адіабатичному процесі (аналог адіабатичного розширення газу), то диполі знову зорієнтуються хаотично — їх впорядкованість зменшиться. Для збереження сталої ентропії цей процес має супроводжуватися падінням температури. У такий спосіб досягають температур порядку 10^{-2}–10^{-3} К.

Для отримання особливо низьких температур (10^{-4}–10^{-9} К) використовують адіабатичне розмагнічування ядер атомів деяких елементів (міді, кобальту та ін). У 1956 році в Оксфорді англійські вчені Н. Курті, Ф. Робінсон, Ф. Сімон і Д. Спор вперше здійснили адіабатичне розмагнічування ядер. Під час досліду зразок (пучок мідних дротинок) спочатку охолоджувався до 0,01 К за допомогою парамагнітної солі, а потім вміщувався для орієнтування ядер у сильне магнітне поле. За подальшого адіабатичного розмагнічування ядра міді переходили у стан, що відповідає температурі $2 \cdot 10^{-5}$ К. Проте слід зауважити, що в цих дослідах до такої низької температури вдалося охолодити лише систему магнітних ядер.

Десорбційне охолодження проходить з використанням твердого адсорбенту. Під час адсорбції молекули сорбованої речовини передають частину своєї енергії адсорбенту і він нагрівається. Якщо охолодити такий адсорбент і теплоізолювати його, то відрив молекул від поверхні під час десорбції призведе до охолодження адсорбенту. З використанням зрідженого водню можна досягти температур 4–10 К.

За подібним принципом працює десорбційна система охолодження Саймона. Охолоджуваний об'єкт поміщують до камери. Камера, в якій міститься адсорбент, заповнюється газоподібним гелієм під тиском. Відбувається сорбування гелію. Теплота, що виділяється при цьому, відводиться через заповнений

газоподібним гелієм кожух до зрідженого азоту. Коли адсорбент охолодиться до температури близько 78 К, його теплоізолюють, створюючи вакуум у кожусі. Потім у камеру подають зріджений водень, яким адсорбент додатково охолоджується до температури близько 20 К. При цьому сам водень повністю випаровується і відводиться з камери Після цього тиск гелію знижують, внаслідок чого проходить десорбція, і адсорбент (а отже, і камера) охолоджується.

Компресійне охолодження гелію-3 ґрунтується на його особливих властивостях. За температури нижчої за 0,3 К, під час адіабатичного стискання гелій-3 охолоджується доти, доки рідка фаза не затвердне. Це пояснюється значним внеском ядерного магнетизму гелію-3 у його ентальпію. Метод компресійного охолодження теоретично передбачив І.Я. Померанчук у 1950 р. та експериментально підтвердив Ю.Д.Ануфрієв у 1965 р. Його застосовують у лабораторіях разом з рефрижератором розчинення для отримання температур, нижчих за 0,003 К.

Наступні два способи мають порівняно низьку ефективність і не дають змоги охолодити об’єкт до кріогенних температур, проте інколи їх використовують у комбінації з уже зазначеними для попереднього охолодження.

Вихрові труби. У 1931 р. французький інженер Ж. Ранк відкрив ефект температурного розділення газового потоку у вихровій течії. Якщо потік стисненого газу подати на равликовий завихрювач, то утвориться інтенсивна колова течія, причому виникне нерівномірне температурне поле. Шари газу поблизу осі вихору будуть охолоджуватися, а периферійні шари – нагріватися. Далі охолоджений і нагрітий потоки розділяють.

Термодинамічна ефективність вихрової труби низька – зниження температури у ній становить близько 55 % від зниження температури в ізоентропійному процесі, до того ж, частка охолодженого потоку становить лише 25–35 % від загальної маси газу.

Термоелектричне охолодження ґрунтується на ефекті Пельтьє (відкритий у 1834 р.). Цей ефект полягає у виділенні або поглинанні теплової енергії у місцях контакту двох різнорідних провідників під час проходження крізь них електричного струму. Робочим тілом такої охолоджувальної системи є електронний газ, що переносить теплоту від холодного контакту до теплого. У напівпровідниках цей ефект значно сильніший, ніж у металах. У восьмикаскадній батареї з напівпровідникових термоелектричних охолоджувачів досягнуто температуру 134 К. Перевагами термоелектричного охолодження є простота, надійність, відсутність рухомих частин. Проте ККД таких систем становить 1–2 %.

Таким чином, на сьогоднішній час, кріогеніка розробляє і вдосконалює низькотемпературні технології, процеси та обладнання. З нею тісно пов’язані й інші напрями, зокрема кріофізика (здійснює фундаментальні дослідження у області кріогенних температур), кріобіологія (досліджує властивості біологічних об’єктів за кріогенних температур), кріомедицина (розробляє методи лікування з використанням кріотехнологій), кріоелектроніка (розробляє електричні та електронні пристрої, мікропроцесорну техніку для роботи у області кріогенних температур, у тому числі з використанням надпровідних технологій). Кріогенні технології використовують також у харчовій промисловості — розроблено системи безмашинного охолодження з використанням кріорідин, кріогенні методи надшвидкого заморожування, сублімаційного висушування, кріоподрібнення, кріогрануляції та ін.

Список використаних джерел

1. **Бараненко А. В.,** Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов Теплофизические основы / А.В. Бараненко, В.Е. Куцакова, Е.И. Борзенко, С.В. Фролов. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 272 с.

2. **Баррон Р. Ф.** Криогенные системы / Р.Ф. Баррон. – М. : Энергоатомиздат, 1989.

3. **Беляков В.П.** Криогенная техника и технология. – М.: Энергоиздат, 1982.

4. **Бродянский В. М.,** Термодинамические основы низкотемпературной техники / В.М. Бродянский, А.М. Семенов. – М. : Энергия, 1980.

5. **Григорьев В. А.,** Тепломассообменные аппараты криогенной техники / В.А. Григорьев, Ю.И. Крохин. – М. : Энергоиздат, 1982.

6. Криогенные системы / А.М. Архаров, В.П. Беляков, Е.И. Микулин и др. – М. : Машиностроение, 1987.

УДК 536.248.2:532.529.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОМАСООБМЕННЫХ АППАРАТОВ С ПОДВИЖНОЙ НАСАДКОЙ ДЛЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Данько Владислав Павлович
Кубанский государственный технологический университет
vladislav.danko@mail.ru

В последние годы в мировой солнечной энергетике отмечается высокий интерес к разработке солнечных холодильных систем СХС [1, 2, 3, 4, 5]. Испарительное охлаждение газов и жидкостей эффективно при сравнительно невысоком влагосодержании наружного воздуха $X_г$ < 12 – 12,5 г/кг, то есть в условиях сухого и жаркого климата. В случае, когда $X_г$ > 12,5 г/кг в качестве перспективного решения целесообразно использовать осушительно-испарительный принцип организации работы охладителя, основанный на предварительном осушении воздушного потока.

Для создания нового поколения солнечных холодильных систем СХС перспективно использование абсорбционного цикла открытого типа с непрямой регенерацией абсорбента, заключающегося в предварительном осушении воздуха и последующем его использовании для испарительного охлаждения воды. Разработаны новые схемные решения для альтернативных (солнечных) систем СХС, в которых реализуется процесс испарительного охлаждения воды в градирне, подаваемой в систему водо-воздушных теплообменников, расположенных непосредственно в кондиционируемом помещении, либо охлаждаемом объекте.

Разработаны принципы конструирования тепломасообменной аппаратуры для альтернативных систем (абсорбера-осушителя АПН, десорбера-регенератора ДПН и испарительных охладителей воды ГПН) с использованием подвижной псевдоожиженной насадки ПН и созданы базовые варианты таких тепломасообменных аппаратов в одно и многоярусным расположением подвижной насадки на опорно-распределительных решетках ОПР, выполненных в виде теплообменников с каналами регулярной (упорядоченной) структуры. Следует отметить, что при работе открытых систем и, особенно, при использовании растворов абсорбентов, вопрос об устойчивости работы тепломасообменной аппаратуры СХС в осушительном и охладительном контурах приобретает принципиальное и определяющее значение. В этой части исследования использованы теоретические и экспериментальны результаты работ, ранее выполненных в ОГАХ при создании вентиляторных градирен и воздухоохладителей с подвижной насадкой, а также практический опыт эксплуатации таких ТМА практически на всей территории бывшего СССР [3].

Для солнечной системы, обеспечивающей работу десорбера-регенератора ДПН, разработаны принципы конструирования метало-полимерных жидкостных солнечных коллекторов СК/М-П на основе теплоприемника из многоканальной тонкостенной алюминиевой плиты и прозрачным покрытием из многоканальной тонкостенной плиты полимера (поликарбоната) в вариантах с одним и двумя прозрачными покрытиями ПП. В качестве экспериментального метода изучения рабочих характеристик разработанных СК был принят метод прямых сравнительных испытаний, при котором сравниваются характеристики двух вариантов СК с последующим сопоставлением результатов по тестовым международным методикам (DIN V 4757-3). Разработанное экспериментальное оборудование позволяло проводить натурные испытания с учетом изменяющейся интенсивности солнечного излучения, и климатических параметров – температуры, облачности и ветронагрузки, а также прямые сравнительные испытания в летний и осенне-весенний периоды года.

Выполнен предварительный расчетный анализ характеристик СХС в широком диапазоне изменяющихся начальных условий, подтвердивший возможность создания таких систем и их высокие характеристики.

На основании выполненных исследований разработаны принципы конструирования тепломасообменной аппаратуры для альтернативных систем жизнеобеспечения (абсорбера-осушителя, десорбера-регенератора и испарительных охладителей) с использованием подвижной псевдоожиженной насадки; созданы базовые варианты таких ТМА с одно- и многоярусным расположением ПН на опорно-распределительных решетках ОРР, выполненных в виде теплообменников с каналами регулярной (упорядоченной) структуры; такие аппараты обеспечивают устойчивую эксплуатацию в экстремальных условиях, рост нагрузок, высокую поперечную равномерность, при приемлемом уровне энергозатрат, в частности обоснован переход на многоярусное расположение насадки в колонне и использование в качестве ОРР теплообменника. Предпочтение, с учетом специфики реализуемых процессов тепломасообмена, было отдано двухъярусному оформлению насадки аппаратов, как обеспечивающему наиболее устойчивый гидродинамический режим. Технико-экономические расчеты показали, что двухъярусный режим позволяет повысить энергоэффективность альтернативных систем жизнеобеспечения на 11 – 14 % за счет снижения

гидравлических сопротивлений и уменьшения уноса жидкости, по сравнению с одно- и трехярусным расположением подвижной насадки.

Литература:

1. Исследование гидродинамических процессов в псевдоожиженном слое тепломассообменных аппаратов для альтернативных систем жизнеобеспечения / Данько В.П. // Инженерная физика. 2017. № 11. С. 70-75.

2. Тепломассообменные аппараты с подвижной насадкой для традиционных и альтернативных энергетических систем [текст] : [моногр.] / А. Н. Горин, А. В. Дорошенко, В. П. Данько // Донецк : Світ книги, 2013. – 327 с.

3. Study of hydrodynamics features in the apparatuses with movable nozzle / Danko V.P., Karnauh V.V., Titlov A.S. // Сибирский журнал науки и технологий. 2017. Т. 18. № 3. С. 499-504.

4. Изучение гидродинамических режимов работы тепломассообменных аппаратов с подвижной насадкой / Данько В.П., Диянова С.Н., Абазян А.Г. // Прикладная механика и техническая физика. 2018. Т. 59. № 4 (350). С. 110-116.

5. Использование альтернативных источников энергии и вторичных энергоресурсов в холодильной отрасли / В. П. Данько, А. Б. Кудрин, В. Н. Радионенко // Ладапринт, 2015.- 157с.

6. Физические основы низкотемпературной техники и холодильной технологии / Данько В.П., Карнаух В.В., Кудрин А.Б., Радионенко В.Н. // Донецк-Краснодар, 2016..

7. Альтернативные системы жизнеобеспечения на основе цикла с непрямой регенерацией абсорбента / В. П. Данько, А. В. Дорошенко // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – 2017. № 9-10.

8. Исследование влияния концентрации раствора абсорбента на эффективность работы тепломассообменных аппаратов с подвижной насадкой / Данько В.П. // В сборнике: КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2017 2017. С. 65-69.

УДК 621.577

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ С ПОЛУЧЕНИЕМ ПАРА НА СУДНЕ

Р.Н. Радченко[1], к.т.н., доц.; И.В.Калиниченко[2], ст. преп.; Злотковский О.О.[2], магистрант; Д.Н. Залепеев[1], магистрант

[1]Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

[2]Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, Херсонский филиал

Утилизация вторичной теплоты ДВС используется уже давно и прочно заняла ведущее место среди энергосберегающих мероприятий, осуществляемых на судах морского и речного флотов. Однако на сегодняшний день с перераспределением статей теплового баланса ДВС использование комплексной системы утилизации теплоты становится затруднительно в связи с снижением температуры выхлопных газов с 370 ^{o}C до 245 ^{o}C после турбокомпрессора, и повышением КПД ДВС. Поэтому становится необходимым проанализировать альтернативные источники возможной утилизации теплоты судовых ДВС.

Для этого анализа был выбран тип судна танкер, который построен на ЦКБ "Изумруд" (г. Херсон). Мощность главного двигателя последнего судна, который был построен в 2003 году составляет 9370 кВт. На судне для утилизации теплоты установлены: утилизационный котел марки КУП 660 с паропроизводительностью до 5 тон/час; водоопреснительная установка (ВОУ) марки Д5-У с производительностью до 25 тон/сутки пресной воды.

Для обеспечения всех потребителей в водяном паре на судне установлены два вспомогательных котла марки КАВ 6,3/16 с суммарной паропроизводительностью до 12,5 тон пара в час с давлением пара до 1,6 МПа.

Потребность в вспомогательных котлах возникает: во время стоянки судна, во время мойки грузовых танков после сдачи груза на берег, для подготовки груза к выгрузке (за 1 сутки до прихода в порт груз – сырую нефть необходимо разогреть до температуры 65…70 ^{o}C, это позволит уменьшить вязкость нефти и облегчит процесс ее выгрузки), а также вспомогательный котел используется при эксплуатации судна в «холодной зоне» на долевых нагрузках для обеспечения водяным паром потребителей на 100 %, так как водяного пара от утилизационного котла как правило не хватает.

Количество судов построенных по данному проекту 15966 составляет 28 судов, среди которых 6 судов было заказано Норвегией для работы на территории Северного моря в так называемой «холодной зоне».

Норвегия на сегодняшний день занимает 14 место среди стран по добычи нефти которая составляет около 100 млн. тон год. Порядка 50 % добытой нефти экспортируется в такие страны как Европейский Союз

(Польша, Испания, Франция и т.д.) Южная Корея и США. Длина возможной рейсовой линии танкера типа «Григорий Нестеренко» Статоил (Норвегия) – Нью-Йорк (США) с экспортом сырой нефти в США около 3500 миль. Судно двигаясь со скоростью 15 узлов преодолеет данное расстояние в течении 10 суток. Температура воздуха Северного моря в марте месяце возле порта Статоил (Норвегия) составляет 5…7 ^{o}C, а температура Атлантического океана возле порта Нью-Йорк в этот период времени находится на таком же уровне и колеблется от 0 до 2 ^{o}C. Данный анализ показывает, что судно танкер в ходовом режиме будет работать в «холодной зоне».

Проведя анализ судовых потребителей в паре видно, что при эксплуатации данного судна в «холодной зоне» расход водяного пара для обеспечения всех потребителей составляет более 7000 кг/час. Паропроизводительности утилизационного котла становится недостаточным для обеспечения всех потребителей в водяном паре, поэтому на судне используется вспомогательный котел для восполнения недостающих почти 2500 кг/час водяного пара.

Поэтому целью работы является анализ источников низкопотенциальной теплоты судовых ДВС с целью ее последующей утилизации, а также техническая осуществимость утилизации низкопотенциальной теплоты от ГД тепловым насосом для замещения вспомогательного котла в ходовом режиме.

Для анализа источников низкопотенциальной теплоты был предложен современный двигатель фирмы MAH 6S50ME-C8 с мощностью 9960 кВт. Данный двигатель по мощностным показателям приближен к двигателю который установлен на судне «Григорий Нестеренко». Утилизация теплоты надувочного воздуха затруднительно, так как дополнительный теплообменник повысит сопротивление надувочного воздуха, а температура (около 65 °С) и количество теплоты масла ДВС значительно ниже температуры воды высокотемпературного контура системы охлаждения ДВС. Наиболее предпочтительным источником низкопотенциальной теплоты для работы теплового насоса является пресная вода, охлаждающая рубашки цилиндров ДВС, с температурой 80…85 °С. Количество теплоты этого источника достаточно для одновременной работы теплового насоса и водоопреснительной установки (ВОУ использует до 46…54 % теплоты пресной воды системы охлаждения ДВС).

Для получения водяного пара в тепловом насосе пресная вода будет подаваться из теплого ящика, преобразовываться в водяной пар в конденсаторе-парообразователе теплового насоса и с температурой 120…133 °С будет направляться к общесудовым потребителям и частично к специальным потребителям для полного замещения вспомогательного котла в ходовом режиме судна в «холодной зоне».

Принцип работы теплового насоса следующий: рабочим телом теплового насоса является низкокипящее вещество – хладон, температура кипения при атмосферном давлении которого может быть 50…60 °С. Таким образом в испарителе, куда подается параллельно пресная вода системы охлаждения рубашек цилиндров ДВС с температурой от 70 до 80 °С и хладон теплового насоса, который кипит при этой температуре и атмосферном давлении. Далее газообразный хладон всасывается компрессором и сжимается до такого давления, чтобы его температура стала на 15…20 °С больше температуры водяного пара, который необходимо получить в конденсаторе, то есть до температуры 148…153 °С. Затем газообразный сжатый хладон подается в конденсатор-парообразователь, где конденсируется и превращаясь в жидкий хладон тем самым отдает теплоту с температурой 148…153 °С пресной воде из теплого ящика. Когда пресная вода превратится в водяной пар и достигнет температуры 120…133 °С, она подается к судовым потребителям. В тепловом насосе проходя через регулирующий клапан давление жидкого хладона понижается до атмосферного. Цикл повторяется.

Выбор хладона проводился с учетом его эксплуатационных свойств - это высокая критическая температура, невысокое давление конденсации, отсутствие вакуума в испарителе, химическая стабильность при воздействии высокой температуры, освоенность промышленностью и др. и экологических характеристик (потенциал глобального потепления GWP, уровень разрушения озонового слоя ODP, нетоксичность и др.).

Для комплексной оценки использования теплового насоса в качестве альтернативной установки для утилизации теплоты пресной воды охлаждающей рубашки цилиндров ДВС необходимо выполнить математическое моделирование цикла теплового насоса, а также его элементов для определения массогабаритных, энергетических и экологических показателей.

Данная работа была направлена на возможность технического осуществления теплонасосной утилизации, а также определить - на каких режимах работы судна данная установка может быть использована.

УДК 621.577

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОФІКАЦІЇ ЕЖЕКТОРНОЮ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ НА ВХОДІ СУДНОВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ

Р.М. Радченко[1], к.т.н., доц.; І.В. Калініченко[2], ст. викл.; Н.С. Богданов[3], аспірант; А.А. Зельгін[1], магістрант

[1]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
[2]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія
[3]Національний університет "Одеська морська академія " НУ "ОМА"

Для теплофікаційних потреб на суднах може використовуватись не безпосередньо пара з утилізаційного парового котла (УК), а теплота її конденсації у вигляді гарячої води, нагрітої в конденсаторі водяної пари (КП) і що циркулює в системи теплопостачання суднових споживачів тепла (СП). Тоді на відрізках рейсу з теплим і навіть спекотним кліматом, коли обсяги теплоти, що витрачається на теплофікаційні потреби, різко скорочуються, а проблема охолодження повітря на вході суднової енергоустановки, навпаки, стоїть дуже гостро, теплоту гарячої води доцільно використовувати в ТХМ для виробництва холоду.

В залежності від призначення судна в УК отримують пару низького $P_н$= 0,3 МПа, середнього $P_с$ = 0,5 МПа і високого $P_в$= 0,7 МПа тиску. Відповідно і температура конденсату може сягати значення $t_{кт}$ =165 ºС (при $P_в$= 0,7 МПа). Оскільки протягом рейсу можуть змінюватися температура $t_{ЗП}$ і вологість $\varphi_{ЗП}$ зовнішнього повітря, то зниження температури повітря $\Delta t_п$ в охолоджувачі на вході ТК і відповідне скорочення споживання палива МОД слід визначати для судна на конкретній рейсової лінії..

Як приклад, розглянуто балкер типу "Київ" з головним двигуном фірми "MAN" марки 7S50ME-C9.5-TII (номінальна потужність $N_н$ = 12460 кВт, експлуатаційна – $N_е$ = 10580 кВт) на рейсовій лінії судна Маріуполь-Амстердам-Маріуполь (1.07…26.07.2009) [1]. У стандартній схемі повітропостачання суднового двигуна внутрішнього згоряння фірми "MAN" марки 7S50ME-C9.5-TII номінальною потужністю Ne = 12460 кВт, питомою витратою умовного палива ge = 0,171 кг/(кВт*годину). Повітря перед потраплянням до СДВЗ надходить до МВ на судні, його температура збільшується та максимально може досягти 45...50 °С. Потім повітря нагнітається агрегатом наддуву – турбокомпресором (ТК), який складається з повітряного компресора та газової турбіни. Швидкість повітря на виході з ТК досягає 60...80 м/с, тиск – до 0,4...0,45 МПа, а температура сягає значень 180...200 °С. Потім повітря охолоджується у охолоджувачі наддувочного повітря (ОНП) високотемпературним контуром (НР) прісної води з системи охолодження СДВЗ до температури 37 ... 47 °С і нагнітається у повітряний ресивер СДВЗ. З повітряного ресивера стиснене повітря через продувальні вікна надходить до циліндрів СДВЗ витісняючи відхідні гази. Відхідні гази з СДВЗ після газової турбіни з витратою $G_{ВГ}$ = 23...24,5 кг/с і температурою 235...255 °С утилізуються в УК для одержання водяної пари з тиском до 0,7 МПа при температурі 165 °С, яка використовується судновими споживачами пари. В теплій зоні в ходовому режимі судна при утилізації високопотенціальної теплоти ВГ двигуна фірми "MAN" марки 7S50ME-C9.5-TII можна одержати від 1780 до 3100 кг/годину насиченої водяної пари (залежить від навантаження двигуна відповідно на 75...100 %)

Схема системи охолодження повітря на вході ТК МОД з утилізацією в ТЕХМ теплоти конденсату водяної пари після відведення теплоти її конденсації в конденсаторі водяної пари (КП) до суднових споживачів тепла (СП) наведена на рис. 1.

Принцип дії системи охолодження повітря на вході ТК МОД з утилізацією в ТЕХМ теплоти конденсату водяної пари після суднових споживачів полягає в тому, що водяний конденсат подається в генератор ТЕХМ, де його теплота використовується для отримання пари хладону R142b у процесі нагріву рідкого хладону з конденсатора ТЕХМ та його випаровування при температурі кипіння $t_г$ = 110…120 ºС. При цьому температура водяного конденсату знижується від початкової $t_{кт}$ = 135...165 ºС (залежно від тиску водяної пари в УК) до $t_{кт}$ = 115...130 ºС у випарній секції генератора ТЕХМ (на 5…10 ºС вище температури кипіння хладону $t_г$ = 110…120 ºС) і нижче в економайзерній секції генератора ТЕХМ, яка служить для нагріву рідкого хладону до температури кипіння $t_г$ = 110…120 ºС.

У разі необхідності (за відсутності значних витрат теплоти водяного конденсату на охолодження повітря на вході МОД) водяний конденсат охолоджується забортною водою в охолоджувачі конденсату ОКт і подається до ТЯ з температурою $t_{КП}$ = 60...70 ºС.

Застосування в ТЕХМ хладонів дозволяє охолоджувати повітря на вході МОД до порівняно низьких температур $\Delta t_п$ = 15...20 ºС без необхідності підтримки вакууму у В-ПО.

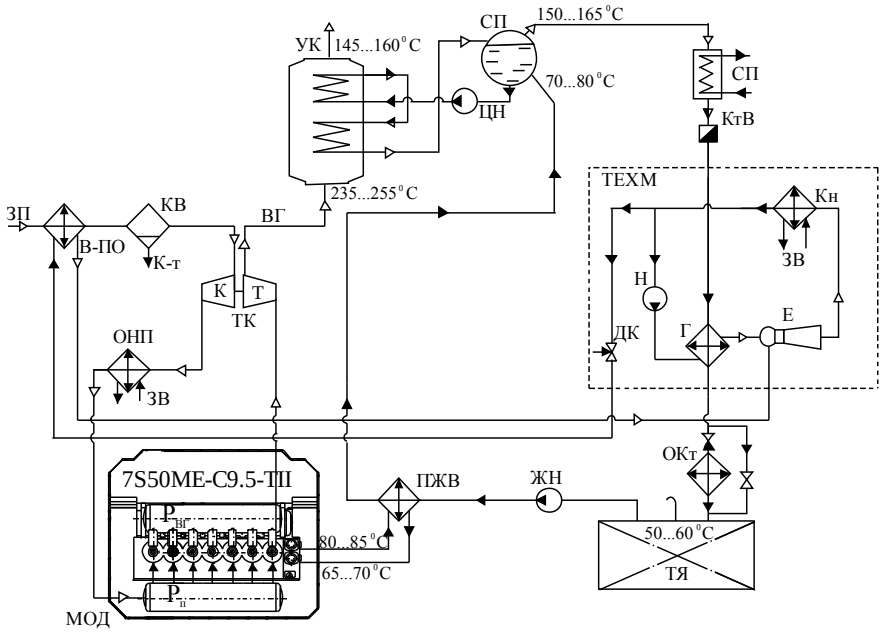


Рисунок. 1. Схема системи охолодження повітря на вході ТК МОД в ТЕХМ з утилізацією теплоти конденсату після споживачів в ТЕХМ

МОД – малообертовий двигун; ЗП – зовнішнє повітря; ВГ – відхідні гази; ОНП – охолоджувач наддувного повітря; ПЖВ – підігрівач живильної води; ЖН – живильний насос; ТК – турбокомпресор;К – компресор повітряний; Т – турбіна газова; ЗВ – забортна вода; УК – утилізаційний котел; СП – сепаратор пари; ЦН – циркуляційний насос; КП – конденсатор водяної пари; СП – споживачі пари; КнВ – конденсатовідвідник; ОКт – охолоджувач конденсату;ТЯ – теплий ящик; Н – насос ТЕХМ; Г – генератор ТЕХМ; Кн – конденсатор ТЕХМ; Е – ежектор ТЕХМ; ДК – дросельний клапан ТЕХМ; КВ – краплевідділювач; К-т – конденсат

Література

1. **Радченко Н.И.** Охлаждение воздуха на входе судового дизеля эжекторной холодильной машиной с бустерным тепловым насосом / Н.И. Радченко, И.В. Калиниченко, Р.Н. Радченко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2017. – №4 (139). – С. 98 – 101.

УДК. 621. 57: 628. 84

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ГЕРМЕТИЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Е.В. Лытош, доцент, канд. техн. наук, В.С. Дорош, ст.науч. сотр., канд. техн. наук
Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

От встроенного электродвигателя в значительной степени зависят основные характеристики герметичного компрессорного агрегата (ГКА). В свою очередь, показатели встроенного электродвигателя существенно зависит от характеристик ГКА, с которым он имеет общие вал, корпус и кожух [1]. Большинство ГКА – это одно- и двухцилиндровые машины, отличающиеся значительной неравномерностью изменения нагрузки (противодействующего момента). У ГКА с частотой вращения вала 25 $с^{-1}$ это вызывает большую пульсацию вращающего момента встроенного электродвигателя, что приводит к снижению его КПД и, следовательно, ухудшает энергетические показатели ГКА [1, 2].

С увеличением частоты вращения вала ГКА с 25 до 50 $с^{-1}$ момент инерции ГКА такой же производительности уменьшается примерно в 1,3 раза. Однако учитывая, что кинетическая энергия вращающихся масс возрастает в четыре раза, в итоге ее запас увеличивается более чем в три раза. При этом следует ожидать снижения колебания вращающего момента электродвигателя, что должно повлиять на КПД электродвигателя. Для оценки этого влияния проведены специальные исследования.

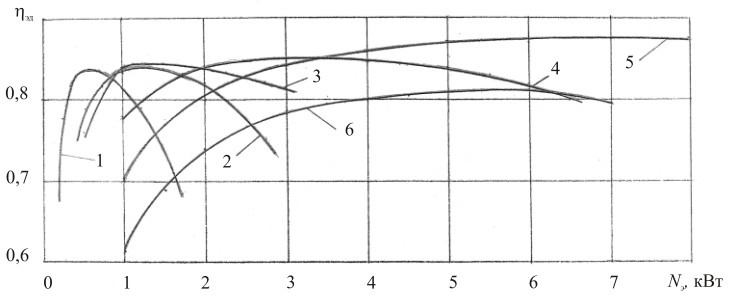
Опыты проводили в такой последовательности. Электродвигатели до встраивания в компрессорные агрегаты проходили испытания при равномерной нагрузке электромагнитным тормозом в соответствии с

нормативными документами [3]. При этом определяли потребляемую мощность $N_э$, потребляемый ток $I_ф$, КПД $\eta_{эд}$, вращающий момент $M_{эд}$, строились механические характеристики.

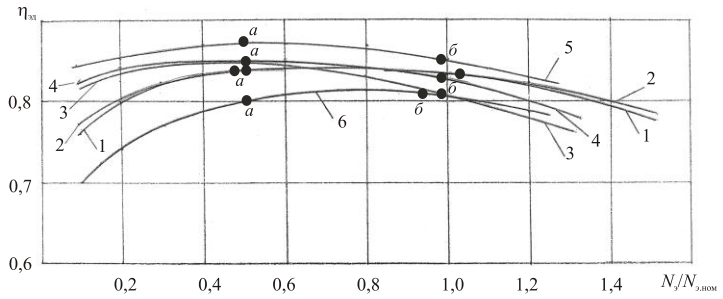
Электрические потери ГКА оценивали по КПД встроенных электродвигателей компрессоров типа ФГВ, имеющих частоту вращения вала n = 50 $с^{-1}$: $N_э$ = 0,75 кВт (ФГВ-2,2); 2 − 1,5 кВт (ФГВ-4,5); 3 – 2,2 кВт (ФГВ-9,0); 4 – 4 кВт (ФГВ-14,0); 5 – 7,5 кВт (ФГВ-28,0); 6 – 5,5 кВт (КХГВ-14,0, n = 67 $с^{-1}$).

Зависимость КПД электродвигателей от потребляемой мощности $N_э$ представлена на рис. 1. Здесь $N_э$ / $N_{э\ ном}$ – отношение потребляемой на данном режиме мощности $N_э$ к мощности $N_{э\ ном}$, потребляемой на номинальном режиме работы ГКА (при t_0= 5 °С, $t_к$ = 40 °С).

На кривых (см. рис. 1, ***б***) указаны точки ***а*** и ***б***, характеризующие расчетные потребляемые мощности при минимальной (в режиме t_0 = –10 °С, $t_к$ = 30 °С) и максимальной (при t_0 = 10 °С, $t_к$= 50 °С) нагрузках. На графиках видно, что в этом интервале мощность изменяется в 1,5 раза и более.



а



б

Рис. 1. Зависимость КПД встроенных электродвигателей $\eta_{эд}$ от потребляемой мощности $N_э$ (***а***) и ее отношения к номинальной мощности $N_э/N_{э.ном}$ (***б***): 1 − $N_э$ = 0,75 кВт (ФГВ-2,2); 2 − 1,5 кВт (ФГВ-4,5); 3 – 2,2 кВт (ФГВ-9,0); 4 – 4 кВт (ФГВ-14,0); 5 – 7,5 кВт (ФГВ-28,0); 6 – 5,5 кВт (КХГВ-14,0)

Как показали исследования [1], наиболее желательный вид характеристики встроенного электродвигателя в рабочей области (между точками ***а*** и ***б***) − это пологая кривая с максимумом $\eta_{эд}$ в интервале мощностей 0,7…0,9 номинальной, где условия охлаждения электродвигателя несколько хуже. Бóльшая часть кривых, представленных на графике, отвечает этому условию.

После испытания при равномерной нагрузке (электромагнитным тормозом) электродвигатели были собраны с компрессорами в единый агрегат, встроены в герметичные кожухи и испытаны на калориметрическом стенде, а на трех агрегатах (ФГВ-2,2; ФГВ-14 и КХГВ-14) проводили индицирование и определяли КПД встроенного электродвигателя $\eta_{эд}$.

На рис. 2. представлена зависимость $\eta_{эд}$ испытанных ГКА от их режима работы (отношения $p_н/p_{вс}$). Результаты испытаний электродвигателей в составе компрессорного агрегата были сопоставлены с данными опытов при равномерной нагрузке (рис. 3). На рисунке видно, что КПД встроенных электродвигателей $\eta_{эд}$ в рабочем интервале отношений $N_э/N_{э.ном}$ 0,7...1,2 практически совпадают с данными испытаний электродвигателей при равномерной нагрузке.

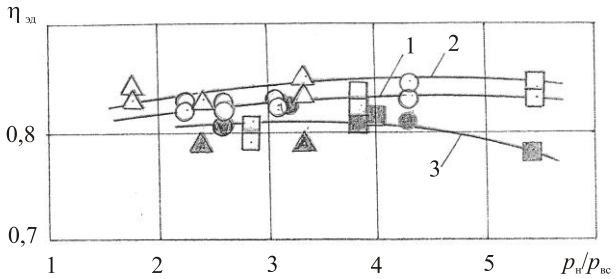


Рис. 2.. Зависимость КПД электродвигателя $\eta_{эд}$ от режима работы (отношения $p_н/p_{вс}$) компрессорных агрегатов: 1 – ФГВ-2,2; 2 − ФГВ-14,0; 3 − КХГВ-14,0; ▲, Δ − $t_к$ = 30 ºС; ●, ○ − $t_к$ = 40 ºС; ■, □ − $t_к$ = 50 ºС

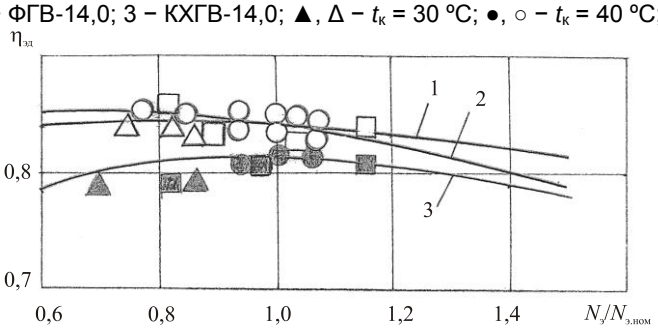


Рис. 3. Зависимость КПД электродвигателей $\eta_{эд}$ от отношения потребляемой мощности к номинальной $N_э/N_{э.ном}$ компрессорных агрегатов:
1 – ФГВ-2,2; 2 − ФГВ-14,0; 3 − КХГВ-14,0; сплошная линия − испытания при постоянной нагрузке; ▲, Δ − испытания в составе компрессорного агрегата при $t_к$ = 30 ºС; ●, ○ − то же при $t_к$ = 40 ºС; ■, □ – то же при $t_к$ = 50 ºС

Вывод. Опытным путем установлено, что КПД встроенных электродвигателей высокооборотных (частота вращения вала 50 $с^{-1}$ и более) ГКА судового оборудования кондиционирования воздуха, работающих в диапазоне мощностей 0,7…1,2 номинальной, практически совпадают с результатами испытаний этих электродвигателей при равномерной нагрузке электромагнитным тормозом, в отличие от встроенных электродвигателей ГКА такой же производительности, но имеющих частоту вращения 25 $с^{-1}$, у которых КПД при этом снижается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ЯКОБСОН В.Б.** МАЛЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ. [ТЕКСТ] / *В.Б. ЯКОБСОН.*– ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, 1977. – 368 С.

2. **РЕДКОЗУБ Б.Д.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОЛОДИЛЬНЫХ ГЕРМЕТИЧНЫХ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ [ТЕКСТ]: АВТОРЕФ. ДИС….КАНД. ТЕХН.НАУК: 194 / РЕДКОЗУБ БОРИС ДАВЫДОВИЧ; ОТИХП.– ОДЕССА, 1970.– 32 С.

3. **ГОСТ 11828−86.** МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ. ОБЩИЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ (С ИЗМЕНЕНИЯМИ № 1, 2) [ТЕКСТ]. – М.: ИЗД-ВО СТАНДАРТОВ, 1986. – 43 С.

УДК 66.067.1:621.72

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННОГО АПРАТУ

Луняка Клара Василівна, професор кафедри теплотехніки Херсонської філії НУК імені адмірала Макарова,
Клюєв Олег Ігоревич, к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського Національного технічного університету,
Русанов Сергій Аркадійович, к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу Херсонського Національного технічного університету,
Луняка Леонід Анатолійович, магістрант кафедри СЕУ Херсонської філії НУК імені адмірала Макарова,

У переробній промисловості, в системах опалення приміщень та інших випадках широко використовуються кожухотрубні теплообмінники. Ці теплообмінники забезпечують надійний теплообмін між теплоносіями завдяки великій поверхні теплообміну, яка утворюється великою кількістю труб.

У зв’язку з цим не припиняються роботи по вдосконаленню конструкцій, поліпшенню обслуговування, підвищенню ефективності роботи кожухотрубних теплообмінників.

Наші попередні дослідження показали, що швидкість руху теплоносія у центральних та периферійних трубах кожухотрубного теплообмінника дуже різниться – у центральних трубах вона значно більша. При великій кількості труб швидкість руху теплоносія у периферійних трубах близька до нуля, тобто, теплоносій застоюється в трубах, що спричиняє перегрівання як самого теплоносія, так і матеріалу труб.

Метою даної роботи є провести оцінку ефективності роботи апарату при різних режимах руху теплоносія.

Оскільки характер розподілу рідини в трубах теплообміннику цілком аналогічний такому в окремій трубі [1], для оцінки ефективності роботи апарату круглого перерізу ми використали коефіцієнт пониження ефективності для випадку нерівномірного поля швидкостей [2]:

$$k_a = 2\int_0^1 \left(\frac{\omega}{\omega_{сер}}\right)^n \frac{y}{R_к} d\left(\frac{y}{R_к}\right). \quad (1)$$

З урахуванням степінного закону розподілу швидкостей для круглого перерізу

$$\frac{\omega}{\omega_{макс}} = \left(1-\frac{y}{R_к}\right)^{\frac{1}{m}}, \quad (2)$$

де ω – швидкість руху теплоносія;

y – відстань трубки від центру, м;

$R_к$ – радіус апарату, м.

Розраховані величини m і k_a наведені в табл. 1.

Підставляючи (2) у рівняння для визначення коефіцієнту пониження ефективності роботи апарату, отримаємо:

$$k_a = \left[\frac{(2m+1)(m+1)}{2m^2}\right]^n \int_0^1 \left(1-\frac{y}{R_к}\right)^{\frac{n}{m}} \frac{y}{R_к} d\left(\frac{y}{R_к}\right) = \left[\frac{(2m+1)(m+1)}{2m^2}\right]^n \frac{m^2}{(m+n)\left(m+\frac{n}{2}\right)}. \quad (3)$$

Коефіцієнт пониження ефективності роботи теплообмінного апарату пропонується розраховувати за формулою:

$$k_a = \frac{\alpha_\omega}{\alpha_{\omega_{сер}}}, \quad (4)$$

де α_ω – коефіцієнт теплообміну, підрахований для даного апарату виходячи з припущення, що швидкості по усьому перерізу однакові і дорівнюють середній швидкості $\omega_{сер}$.

Таблиця 1 Вплив витрати рідини на рівномірність її розподілу по трубах теплообмінника при осьовому введенні рідини в апарат

Витрата, $V\cdot10^3$, м^3/с	$\omega/\omega_{макс.}$ для трубки № $\left(\frac{y}{R_к}\right)$							m	k_a
	1	2	3	4	5	6	7		
	0,6	0,4	0,2	1	0,2	0,4	0,6		
Діаметр вхідного патрубку 0,020 м									
1,83	0,88	0,90	0,97	1,00	0,97	0,91	0,88	6,34	0,997
1,50	0,83	0,85	0,96	1,00	0,96	0,84	0,85	4,39	0,993
1,33	0,59	0,86	0,96	1,00	0,95	0,87	0,57	3,18	0,989
1,00	0,56	0,84	0,95	1,00	0,94	0,85	0,57	2,72	0,984
Діаметр вхідного патрубку 0,025 м									
1,83	0,75	0,90	0,98	1,00	0,98	0,90	0,74	5,54	0,996
1,50	0,74	0,86	0,97	1,00	0,95	0,85	0,73	4,13	0,993
1,33	0,74	0,82	0,94	1,00	0,94	0,83	0,76	3,05	0,988
1,00	0,66	0,81	0,93	1,00	0,93	0,80	0,67	2,54	0,983

Діаметр вхідного патрубку 0,032 м									
1,83	0,77	0,90	0,97	1,00	0,96	0,91	0,75	5,00	0,994
1,50	0,61	0,88	0,97	1,00	0,98	0,87	0,61	3,78	0,992
1,33	0,55	0,85	0,96	1,00	0,95	0,85	0,54	2,98	0,987
1,00	0,44	0,82	0,95	1,00	0,96	0,81	0,45	2,32	0,981

Як свідчать дані табл. 1, із збільшенням витрати теплоносія і зменшенням діаметру вхідного патрубку профіль швидкостей потоку стає менш „гострим”, а коефіцієнт зниження ефективності роботи теплообмінника зменшується.

Отримані за вказаною методикою коефіцієнти зниження ефективної роботи навряд чи можна вважати такими, що відображають сутність проблеми в нашому випадку. Дійсно, при таких високих коефіцієнтах швидкості руху рідини в трубах теплообмінника повинні бути практично однаковими, що на практиці не спостерігається. До речі, наведені значення k_α в [2] для обладнання, в якому відбувається рух газових потоків, теж близькі до одиниці, але експерименти свідчать про нерівномірність розподілу потоку по перерізу апарату.

Ми спробували виразити коефіцієнт пониження ефективності через коефіцієнти тепловіддачі, оцінені з критеріальних рівнянь.

При розподілі рідини по перерізу апарату можливі такі варіанти:

1) Як в центральній, так і в периферійних трубах режим турбулентний. У цьому випадку коефіцієнт тепловіддачі і кількість теплоти, що передається, в периферійних трубах зменшиться у порівнянні з коефіцієнтом тепловіддачі в центральній трубі у $\left(\frac{\omega_{центр}}{\omega_{периф}}\right)^{0,8}$ разів [3], тобто, у нашому випадку $\left(\frac{\omega_{центр}}{\omega_{периф}}\right)^{0,8} = \left(\frac{1,6}{0,72}\right)^{0,8} = 1,89$, а $\left(\frac{\omega_{центр}}{\omega_{периф}} = \frac{\alpha_{центр}}{\alpha_{периф}} = 2,17\right)$, або складе 53% від коефіцієнту тепловіддачі в центральній трубі.

2) В центральній трубі режим руху турбулентний, а в периферійних – ламінарний. Критеріальні рівняння процесу тепловіддачі мають вигляд [3]:

для турбулентного руху

$$Nu = 0,023\,\mathrm{Re}^{0,8}\,\mathrm{Pr}^{0,4}, \tag{5}$$

для ламінарного руху

$$Nu = 1,86\left(\mathrm{Re}\,\mathrm{Pr}\frac{d}{L}\right)^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu_s}\right)^{0,14}, \tag{6}$$

де μ – в’язкість рідини при її середній температурі;

μ_S – в’язкість рідини при температурі стінки труби.

У цьому випадку відношення коефіцієнтів тепловіддачі становить

$$\frac{\alpha_{центр}}{\alpha_{периф}} = \frac{0,023\,\mathrm{Re}_{турб}^{0,8}\,\mathrm{Pr}^{0,4}}{1,86\left(\mathrm{Re}_{лам}\,\mathrm{Pr}\frac{d}{L}\right)^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu_s}\right)^{0,14}}, \tag{7}$$

тобто, коефіцієнт тепловіддачі в периферійних трубах зменшиться у стільки ж разів.

Підставляючи у (7) дані при середній температурі теплоносія (води) 50°С: густину ρ = 988 кг/м^3, динамічний коефіцієнт в’язкості μ = 0,55·10^{-3} Па·с; динамічний коефіцієнт в’язкості при температурі стінки труби 65°С μ_S = 0,44·10^{-3} Па·с, отримаємо зменшення коефіцієнту тепловіддачі в периферійних трубах у порівнянні з центральними:

$$\frac{\alpha_{центр}}{\alpha_{периф}} = \frac{0,023\cdot 20000^{0,8}\,3,8^{0,4}}{1,86\cdot\left(2000\cdot 3,8\frac{0,014}{1}\right)^{1/3}\left(\frac{0,55}{0,44}\right)^{0,14}} = 12,3 \text{ рази}\cdot \tag{8}$$

3) Є труби, з яких рідина практично не витікає. У цьому випадку має місце тепловіддача при вільній конвекції, для описання якої при 10^3<(Gr·Pr)<10^9 використовують рівняння:

$$Gr\,\mathrm{Pr} = \frac{g\beta\rho^2(T_s - T_f)L^3}{\mu^2}\mathrm{Pr} = \frac{9,8\cdot 4,49\cdot 10^{-4}15\cdot 1^3}{(0,55\cdot 10^{-3})^2}3,54 = 772428\,; \tag{9}$$

$$Nu = 0,59(Gr \cdot \Pr)^{0,25} = 0,59 \cdot 772428^{0,25} = 17,49 . \quad (10)$$

При природній конвекції у вертикальних трубах характеристичним розміром є довжина труби, а при турбулентному – діаметр, тому коефіцієнт тепловіддачі в периферійних трубах зменшиться у

$$\frac{\alpha_{центр}}{\alpha_{периф}} = \frac{0,023 \cdot 20000^{0,8} 3,8^{0,4} 1}{0,59 \cdot 772428^{0,25} 0,014} = 44 \text{ рази} \cdot \quad (11)$$

Висновки

Запропонована методика та проведені розрахунки, що дозволяють кількісно оцінити ефективність роботи теплообмінного апарату при різних режимах руху теплоносія .

Література

1. **Клюєв О.І., Луняка К.В.** Дослідження руху рідини в трубах теплообмінника // Проблеми економії енергії. МНПКПЕЕ.– Львів.– 2003.– С.222-227.

2. **Идельчик И.Е.** «Аэродинамика промышленных аппаратов» М-Л., Энергия. 1964, 288 с.

3. **Kaminski D.A., Jesen M.K.** Introduction to thermal and fluid engineering. – Johg Willy & Sons, Inc. – Danvers, 2005. – 783 P.

УДК 536.248.2:532.529.5

ИСПАРИТЕЛЬНЫЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОДО- И ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ И КОНДИЦИОНИРУЮЩИХ СИСТЕМ

Дорошенко Александр Викторович, Демьяненко Юрий Иванович,
Иванова Лидия Владимировна, Гончаренко Александр Сергеевич
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

На основе полученных теоретических и экспериментальных результатов были разработаны холодильные системы (ХС) и систем кондиционирования воздуха (СКВ) на основе испарительных охладителей (ИО) газов и жидкостей, обеспечивающих глубокое охлаждение воды и эффективную термовлажностную обработку воздуха.

Разработка схемных решений СКВ на основе Chg. На рис. 1А приведены схемные решения СКВ, основанные на низкотемпературном воздухоохладителе – чиллере Chg. Рассмотрены два варианта СКВ: на основе разработанного воздухоохладителя Chg (рис. А и В) и Chg* (Б и Г). Вторая схема менее энергозатратна, поскольку в помещение поступает весь охлажденный и увлажненный в воздухоохладителе воздушный поток, что сужает возможную область практического использования таких решений по уровню начального влагосодержания наружного воздуха с точки зрения обеспечения требуемых комфортных параметров воздуха в помещении. В схемном решении на основе Chg охлажденный, но увлажненный вспомогательный воздушный порток (В) может быть использован для предварительного охлаждения наружного воздуха, поступающего в ИО.

Решения для альтернативных систем кондиционирования воздуха СКВ на основе Chw. На рис. 1В приведено схемное решение СКВ основанное на низкотемпературном водоохладителе – чиллере Chw. Здесь охлажденная вода поступает в водо-воздушный теплообменник (fan-coil, 4), обеспечивая конвективное охлаждение воздуха в обслуживаемом помещении. В расчетах производительности системы следует учитывать обновление воздуха в помещении, то есть поступление свежего наружного воздуха. Выбрасываемый из низкотемпературного ИО воздушный поток (3) может использоваться для предварительного охлаждения в теплообменнике 3* поступающего в ИО наружного воздуха.

Решения для альтернативных СКВ на основе комбинированной схемы: низкотемпературного водоохладителя Chw и воздухоохладителей прямого (ПИО) и непрямого (НИО) типов.

На рис. 1Г приведено схемное решения СКВ, основанные на совместном использовании низкотемпературного водоохладителя – чиллера Chw и воздухоохладителей ПИОг. Здесь в помещение поступает, наряду с холодной водой в водо-воздушный теплообменник (fan-coil), свежий воздух, охлажденный в воздухоохладителе ПИОг. Наружный воздух перед ПИОг может быть предварительно охлажден в водо-воздушном теплообменнике 3* частью охлажденной в Chw «продуктовой» воды в различных схемных решениях.

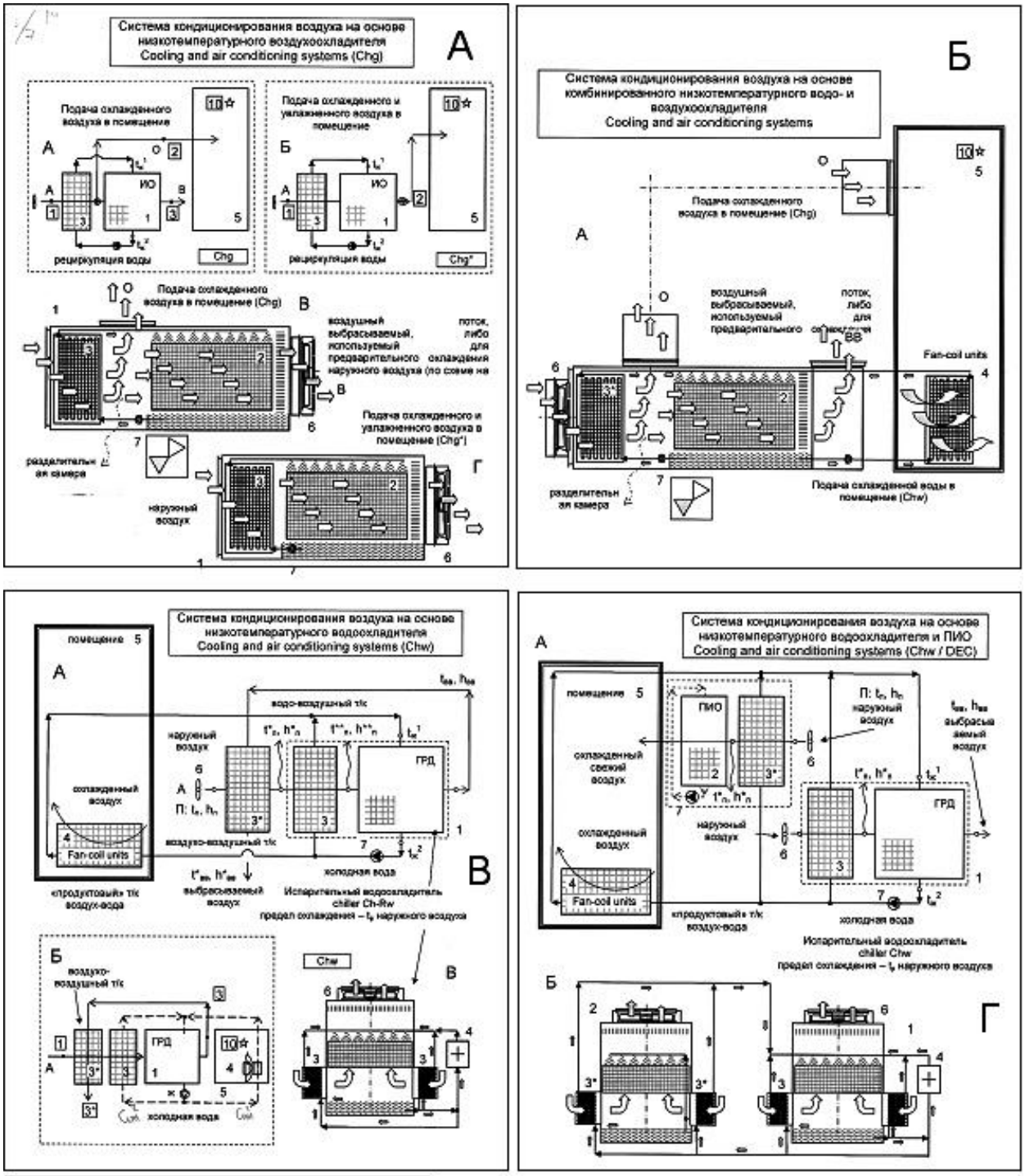


Рисунок 1. Принцип компоновки СКВ: на основе испарительного воздухоохладителя (Chg; Chg*) с подачей в помещение охлажденного, или охлажденного и увлажненного воздуха (А); СКВ на основе комбинированного водо- (Chw) и воздухоохладителя (Chg) (Б); на основе Chw с подачей в помещение холодной воды (В); на основе Chw и воздухоохладителя ПИО (Г); на основе водоохладителя Chw и НИО (Д).

На рис. 1Д приведены схемные решения СКВ, основанные на совместном использовании чиллера Chw и воздухоохладителя НИОг. Здесь в помещение поступает «основной» воздушный поток (О) из НИОг, охлажденный при неизменном влагосодержании, что расширяет возможности такой альтернативной СКВ с точки зрения состояния наружного воздуха, обеспечивая требуемые комфортные параметры воздуха в помещении. Схема контактирования в ТМА воздушных потоков (основного О и вспомогательного В) поперечноточная, схема контактирования вспомогательного воздушного потока В и рециркулирующей через насадку ТМА воды – противоточная. Рассмотренные решения для альтернативных СКВ на основе низкотемпературных ИО –чиллеров при выборе оптимального решения требуют учета времени года и термовлажностных параметров наружного воздуха.

На рис. 1Б представлен принцип компоновки системы кондиционирования воздуха СКВ на основе комбинированного испарительного водо- (Chw) и воздухоохладителя (Chg) с подачей в помещение как охлажденного воздушного потока, так и холодной воды (в теплообменник-воздухоохладитель). Такой водо-воздушный чиллер имеет свои преимущества, поскольку обеспечивает подачу в помещение части свежего воздуха, но сравнительно с остальными решениями альтернативных СКВ здесь требуется сравнительный анализ удельных энергозатрат.

Выводы

1.Воздушный чиллер Chg* сравнительно с ПИО позволяет снизить температуру охлаждения при возрастании относительной влажности воздуха, прошедшего термовлажностную обработку, что для создания СКВ малоцелесообразно; –

2. Воздушный чиллер Chg обеспечивает, как и испарительный воздухоохладитель НИО, получение воздушного потока, охлажденного при неизменном влагосодержании и дает снижение температуры охлаждения, но следует обратить особое внимание на характер изменения состояния вспомогательного воздушного потока;

3. Самую большую степень приближения к новому пределу охлаждения, температуре t_p, обеспечивает трехступенчатый воздухоохладитель IECg mst. в котором используется часть охлажденного в предыдущей ступени основного потока в качестве вспомогательного воздушного потока для следующей ступени, но при этом получается и самый малый выход «продукта», основного воздушного потока, поступающего потребителю (Gпр = 0,125Gп); – наиболее перспективными решениями для организации СКВ представляют собой схемы на основе чиллера Chg и комбинированного решения НИО-ПИО.

4. Для одноступенчатого водоохладителя только Chw обеспечивает возможность охлаждения воды ниже температуры поступающего воздуха по мокрому термометру t_M[1]; – многоступенчатые водоохладители комбинированного типа CTW mst. способны обеспечить примерно равное охлаждение, но при существенном росте энергозатрат.. В работе [1] рассматривается возможность сведения многоступенчатого охладителя к одноступенчатому по близкой схеме и указывается на их идентичность по достигаемому результату. С точки зрения реальных энергозатрат это не так, и, кроме того, в этой работе используется насадка из капиллярно-пористых материалов, что требует очищенной воды в контуре ИО и усложняет эксплуатацию таких охладителей.

Литература

1. **Maisotsenko V., Lelland Gillan, M.** 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling21h International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C.

SOLAR ABSORPTION SYSTEMS WITH HEAT AND MASS TRANSFER APPARATUS WITH FLUIDIZED BED PACKING. ANALYSIS AND PERSPECTIVES

Alexander Doroshenko[a], Nicolay Gogol[a], Yurii Demianenko[a]
Guangming Chen[b], Kostyantyn Shestopalov [a, b]
[a] *Odessa National Academy of Food Technologies, 112, Kanatnaya St., Odessa 65039, Ukraine*
[b] *Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University, 1, QuianHu South Road, Ningbo City, 315100, Zhejiang Province, China*

ABSTRACT
The paper is dedicated to the creation of the schematic solutions of solar absorption multifunctional heat and cooling supply systems (solar cooling systems and solar air conditioning systems) with indirect regeneration of the desiccant; heat and mass transfer equipment is developed in the framework of the research; experimental study and the analysis of the prospectives of solar absorption systems is carried out.
KEYWORDS: Solar cooling, absorption, evaporative cooling, fluidized bed

1. INTRODUCTION

Solar cooling system incorporates two loops: dehumidifying loop of the air flow and cooling loop of water or air thermal and humidity treatment loop. The dehumidifying loop consists of absorber-dehumidifier of the ambient air and desorber-regenerator; absorber should be cooled because a heat is emitted during absorption of the water vapor; desorber should be heated for the regeneration of the desiccant. For these purposes the heat exchanger is directly installed in the fluidized bed packing. The problem of cooling is solved by the evaporative water cooler, and the heat is generated by solar system composed by solar collectors and tank-accumulator (an auxiliary heater can be used to minimize the natural variations in solar irradiation and changes in the working conditions of the solar system). The cooling loop incorporates indirect evaporative cooler of water or air.

The air flow (fresh ambient air) when being dehumidified in the absorber decreases its humidity content; this provides the considerable potential for the further evaporative cooling of water in IECw and thermal and humidity treatment of air in IECg. The developed unified heat and mass transfer apparatus with fluidized bed packing of spherical shape (three-phase fluidized bed "gas-liquid-solid body") were used with a heat exchanger. This solution provides the possibility for the self cleaning of the working surfaces and walls of the body of the equipment; that problem is of a great importance for operation with the ambient air and solutions of desiccants with high concentration.

2. SCHEMATIC SOLUTIONS FOR THE SOLAR COOLING AND AIR CONDITIONING SYSTEMS. ANALYSIS OF THE OBTAINED RESULTS.

The analysis of the possibilities of the developed solar air conditioning system (according to the equation DBR-ABR-IECg, Fig. 1) is carried out (Fig. 2) based on the obtained results on the efficiency of the processes in the main elements of the solar system for the initial parameters of the ambient air: t^1_A = 30, 35 and 40^{0}C, at x^1_A = 15 g/kg). Concentration of LiBr+ solution is changed in the range of 51-60%. The influence of the initial temperature of the air at the entrance to the SACS atx^1_A = 15 g/kg is as following:

А. t^1_A 30^{0}C, Δx = 8.0 g/kg, t_{wb} = 21^{0}C, t_A = 20^{0}C;
Б. t^1_A 35^{0}C, Δx = 7.0 g/kg, t_{wb} = 24^{0}C,t_A = 23^{0}C;
В. t^1_A 40^{0}C, Δx = 6.0 g/kg, t_{wb} = 27.7^{0}C, t_A = 26.8^{0}C.

The efficiency of cooling of the air flow is 0.7 in average; it decreases with decreasing in initial temperature t^1_A; at the same time the degree of the dehumidifying of air is increased. The influence of the initial humidity content at the entrance to the SACS at t^1_A=35^{0}Cis as follows:

А. x^1_A 10 g/kg, Δx = 6.0 g/kg, t_{wb} = 20^{0}C, t_A = 19.5^{0}C;
Б. x^1_A 15 g/kg; Δx = 7.0 g/kg, t_{wb} = 24^{0}C, t_A = 23.0^{0}C;
В. x^1_A 20 g/kg, Δx = 8.0 g/kg, t_{wb} = 26.5^{0}C, t_A = 26.0^{0}C.

SACS provides the comfort parameters of air and the energy savings can be reached 35-40% compared to the traditional vapor compression ACS. The required degree of dehumidification of the air in the absorber at low humidity content of the air can be decreased by changing in the flow rate and concentration of the absorbent or by increasing in the quantity of the processed air (which is being dehumidified in absorber). This provides the maintenance of the comfort air parameters in the room ("Comfort zone" in Fig.1) and additional energy savings.

The solution of this problem for the high values of x^1_A = 20 g/kg and t^1_A = 40^{0}Ccan be obtained by the application of the additional air-air heat exchanger, which can be installed between absorber and IECg where the exhaust cooled and humid air flow "A" leaving the IECg provides the cooling of the dehumidified air after absorber. This will complicate the system and will increase the energy input required for the motion of the working fluids. Such solution is favorable from the point of view of the recondensation hazard and considerable decreasing in the efficiency; this hazard is considerably increased when the total level of cooling is decreased.

3. CONCLUSIONS

1. Schematic solutions of the solar systems based on the open absorption cycle with indirect regeneration of the desiccant and application of the heat and mass transfer equipment made from movable packing layers in dehumidifying and cooling loops of the system are developed.

2. The application of the movable three-phase packing layers "gas-liquid-solid body" allows the increasing in reliable maintenance of the equipment for the conditions of severe contaminated environment and high concentrations of the desiccant solution in the dehumidifying loop.

3. Based on the carried out experimental investigations the recommendations for the optimal geometry and regimen parameters of the column heat and mass transfer equipment with movable packing and movable packing with a heat exchanger are developed (absorbers, desorbers, indirect evaporative coolers of gases and liquids).

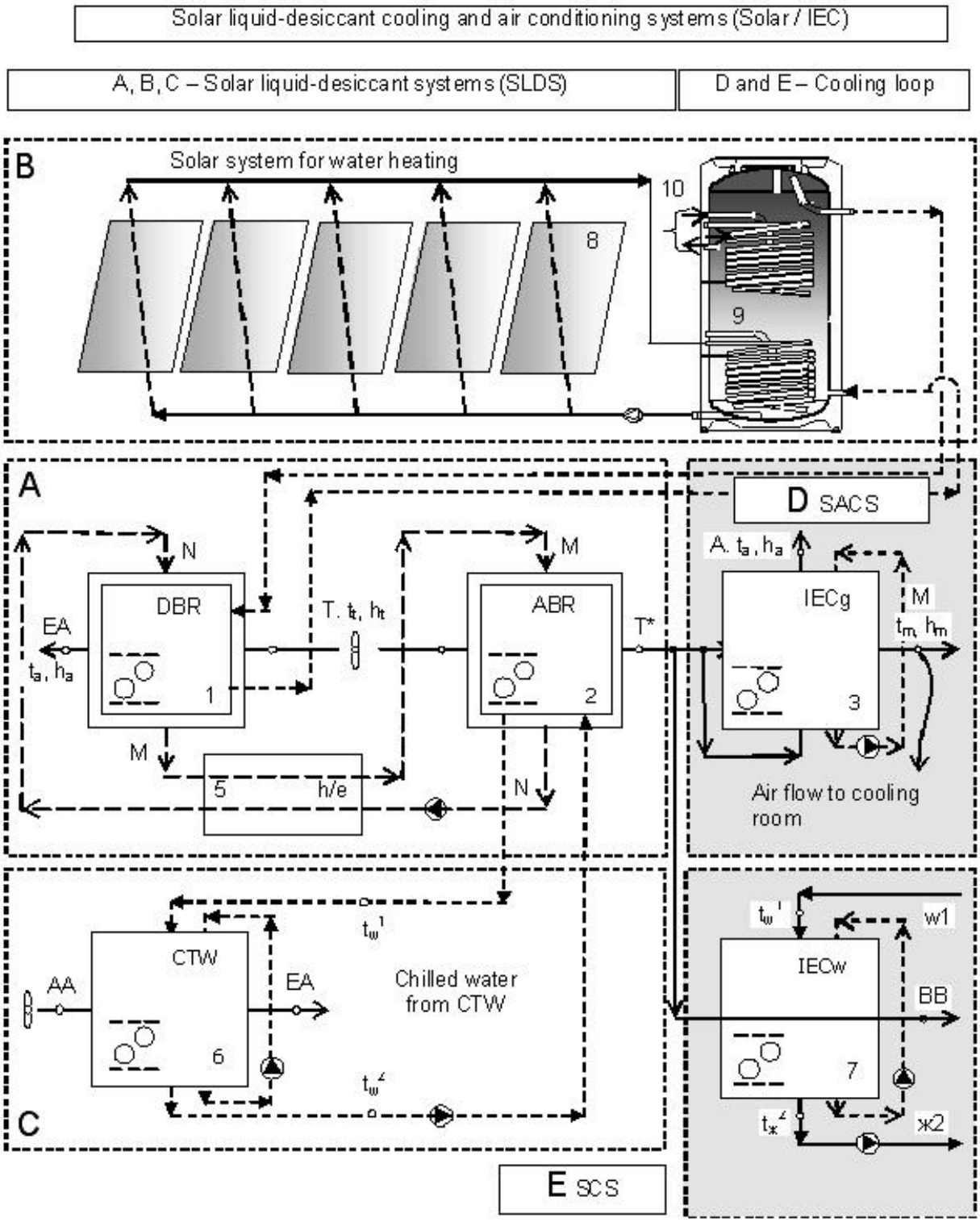


Figure 1. Schematic diagram of the solar liquid-desiccant absorption system with air cooler IECg (D) and SCS with water chiller IECw (E) in a cooling loop (equations DBR-ABR-IECg and DBR-ABR-IECw).

1 - desorber, 2 - absorber, 3 and 4 - air cooler IECg (IEC-Rg), 5 - heat exchanger, 6 - technological cooling tower, 7 - water chiller IECw, 8 - solar system, 9 - tank accumulator, 10 - auxiliary heater.

AA – ambient air; T, M and A - total, main and auxiliary air flows (IECg), EA – exhaust air; M, N – strong and weak solutions of desiccant

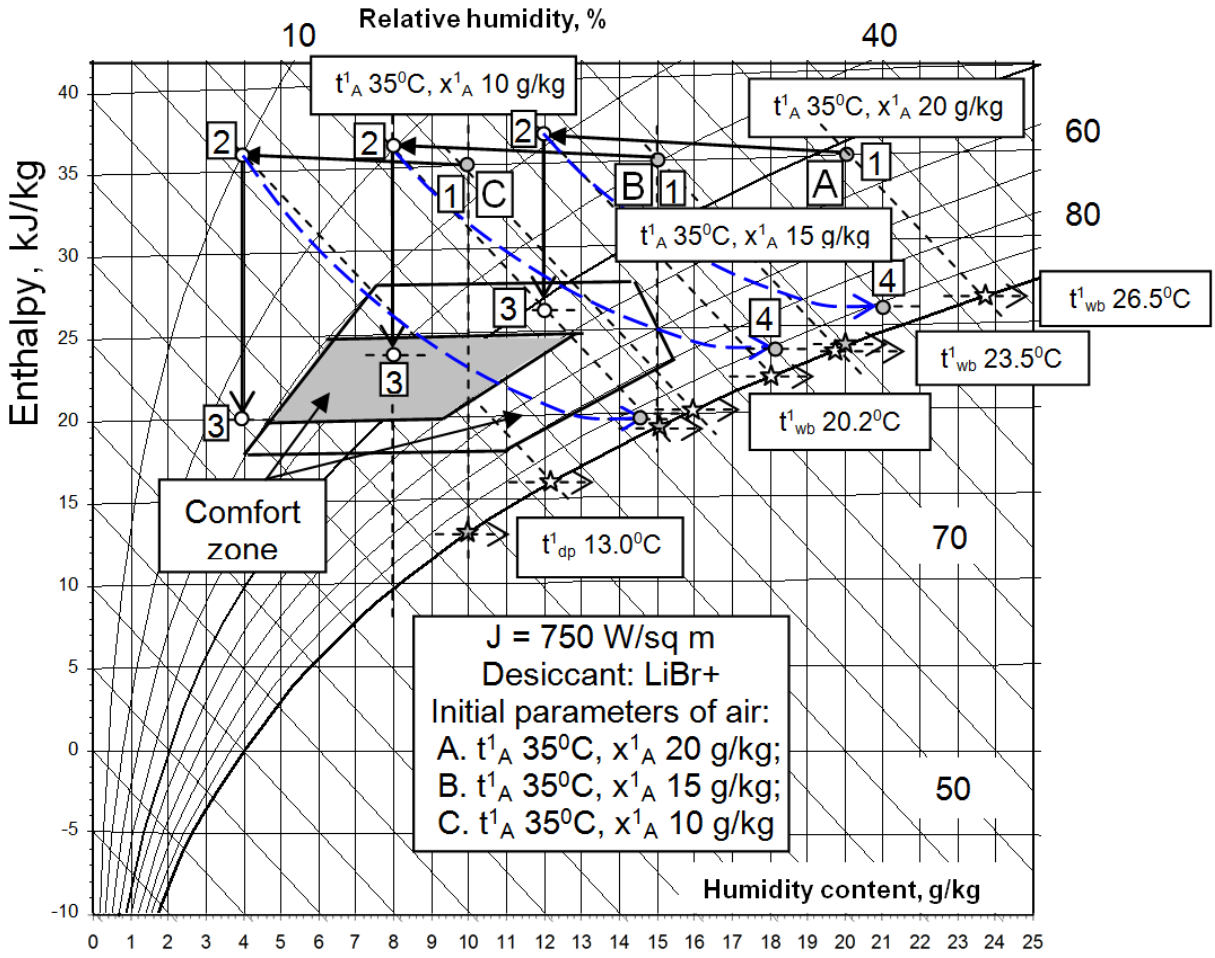


Figure 2 : Performance analysis of the solar air conditioning systems - the influence of the humidity content.

REFERENCES

[1] **Grandov, A., Doroshenko, A., Yatskar, I.,** 1995,Cooling towers with fluidized beds for contaminated environment. *International Journal of Refrigeration*. 8, 512-517.

[2] **Pandelidis, D., Anisimov, S.,Worec, W.M.,** 2015, Performance study of the Maisotsenko Cycle heat exchangers in different air-conditioning applications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 81, 207-221

[3] **Manoj, K., Mohanasundram, T.,** Performance of fluidized bed cooling tower by using aluminum/copper materials. *International Journal of Advanced Research Trends in Engineering and Technology*. 24, 413-417.

УДК 621.51

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРШНЕВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ

Яковлев Ю.О., канд. техн. наук,доц., Яковлева О.Ю., канд.. техн.. наук, доц, Туманський В.І., канд.. техн.. наук., доц

Україна, Одеська національна академія харчових технологій

Серцем будь-якої холодильної установки є компресор. Від енергетичної ефективності і надійності його роботи залежать ККД і довговічність компресорної і холодильної установки в цілому.

В сучасних умовах холодильна техніка споживає за різними оцінками від 15% до 25% виробленої електричної енергії, а компресори в холодильних установках є одними з найбільших споживачів електроенергії.

Серед усіх типів холодильних компресорів об'ємного типу найбільшого поширення набули поршневі компресори (ПК) [1, 2]. Це пояснюється цілим рядом переваг перед аналогами. Так, дане обладнання

відрізняється економічністю, надійністю, простотою конструкції і простотою в ремонті. Поршневі компресори добре справляються з частими перемиканнями, відмінно підходять для експлуатації з перервами, роботи в несприятливих умовах (при високому рівні вологості, брудному повітрі і т.п.). Даний тип агрегату може запускатися в роботу з будь-якого рівня початкового тиску і працювати на різних холодильних агентах.

Для оцінки перспектив розвитку поршневих компресорів доцільно виділити основні недоліки, характерні для цього типу машин. До основних недоліків поршневих компресорів слід віднести наявність значного числа деталей, що труться, обмежені можливості регулювання продуктивності, наявність механізмів перетворення обертального руху двигуна в зворотно поступальний рух поршневий групи, а також малий робочий ресурс клапанних вузлів. Незважаючи на зазначені недоліки, поршневі холодильні компресори до теперішнього часу знаходять широке застосування, особливо в областях малих і середніх производительностей.

З появою нових матеріалів і технологій вирішується завдання регулювання продуктивності компресора і зниження його енергоспоживання, а також нові матеріали і технології здатні істотно зменшити втрати на тертя і знос. Поява лінійних компресорів вирішило задачу перетворення обертального руху двигуна в зворотно-поступальний рух поршнів, виключивши цілий ряд деталей і вузлів, що в свою чергу дозволяє зменшити динамічні навантаження, масу і габарити конструкції, підвищуючи при цьому надійність та енергоефективність машини. Все вищевикладене відкриває нові перспективи в розвитку поршневих холодильних компресорів.

Головним завданням, що стоїть в даний час перед виробниками холодильних і кліматичних установок різного призначення, є підвищення продуктивності і ефективності компресорів і теплообмінного обладнання, що входять до них Ця ідея не втратила своєї актуальності за весь час розвитку холодильного обладнання з моменту зародження цієї галузі промисловості до наших днів.

Вирішення цих завдань необхідно починати ще на стадії проектування компресорного устаткування. Підвищення енергетичної, експлуатаційної та економічної ефективності компресорного устаткування вимагає всебічного обґрунтування вибору робочих речовин, термодинамічних циклів, принципових схем, типів базового обладнання, значень множини незалежних параметрів.

З урахуванням різноманіття проектованих холодильних компресорів, безлічі можливих технічних рішень необхідно створювати адекватні математичні моделі, що носять універсальний характер і дозволяють виконувати різноманітні розрахунки, проводити чисельні експерименти і оцінВикористання в системі електроживлення напівгерметичних компресорів Bitzer системи корекції, що підвищує значення cosφ ку ефективності альтернативних варіантів компресорного устаткування під час роботи на різних холодильних агентах і в широкому інтервалі температур і тисків.

Економічність роботи поршневого компресора, як компресора об'ємного дії, багато в чому визначається термодинамічної ефективністю процесу стиснення, під час якого витрачається основна частина зовнішньої роботи, що підводиться до компресора. З цього випливає, що одним з основних шляхів підвищення термодинамічної ефективності процесу стиснення буде поліпшення охолодження стиснення газу за рахунок відведення тепла до додаткових поверхонь теплообміну (при досить високому коефіцієнті теплообміну і значну різницю температур між охолоджуваним газом і охолоджуючим тілом) або за рахунок випарного охолодження. Це досягається також шляхом вприскування рідкого холодильного агента, що циркулює в основному холодильному контурі, в пар що стискається. Впорскування рідини призводить до зменшення роботи стиснення, зниження температури нагнітання, а також зменшує теплове навантаження на деталі компресора.

Розвиток поршневих компресорів супроводжується підвищенням швидкості обертання колінчастого вала і середньої швидкості поршня, що пов'язано з труднощами забезпечення високої надійності автоматичних клапанів і підтримки низького рівня втрат енергії в них.

Саме клапан є одним з основних вузлів, пов'язаних з істотним споживанням підводиться до колінчастого валу компресора енергією. Удосконалення його конструкції дозволяє значно поліпшити техніко-економічні показники функціонування поршневих компресорів. В роботі [3] наведено взаємозв'язок між зміною конструкції компресорів і зміною у використанні в компресорних установках різних типів клапанів і арматури. Показано, що найважливішою лінією розвитку компресорів є зростання продуктивності.

Порівняльний аналіз існуючих методів регулювання продуктивності холодильних компресорів показав, що найперспективнішим є використання інвертора для зміни частоти обертання електродвигуна. В даний час ряд напівгерметичних компресорів Bitzer оснащені вбудованим частотним перетворювачем. Інвертор дає можливість не тільки плавно регулювати холодопродуктивність в інтервалі 20 ... 100%, але і збільшити її на 70% в порівнянні з фіксованою частотою 50 Гц. Плавне регулювання продуктивності стабілізує тиск всмоктування, зменшує частоту пусків компресора, і, таким чином, знижує енергоспоживання компресора.

Аналіз областей застосування поршневих компресорів показує, що існують резерви підвищення їх ефективності за рахунок вдосконалення електроприводу [4]. Величина коефіцієнта потужності (cosφ) асинхронного двигуна змінного струму істотно впливає на величину електроспоживання поршневого компресора. Використання в системі електроживлення напівгерметичних компресорів Bitzer системи корекції,

що підвищує значення cosφ до 0,95, дозволяє зменшити робочий струм і знизити величину повної споживаної потужності компресора.

Іншим способом вдосконалення електроприводу є використання системи плавного пуску, що дозволяє зменшити пусковий струм і знизити стартовий крутний момент двигуна [5].

Енергія приводу компресора витрачається на стиснення газу і покриття механічних втрат. При цьому частина витраченої енергії у вигляді тепла відводиться в навколишнє середовище. Утилізація теплоти стиснення дозволяє підвищити ефективність і енергетичні показники роботи поршневих компресорів.

Проведений аналіз існуючих досягнень в області холодильного компресоробудування показує, що можливості поліпшення ефективності та енергетичних характеристик поршневих холодильних компресорів ще не вичерпані.

Литература

1.Обзор мирового рынка компрессоров. По материалам JARN. Мир климата № 84, 2014, с. 18-29.

2. **Пронин В.А.** Тенденции развития компрессорной технеики. НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование», № 1, 2014, 8 с.

3.**Сакун И.А., Горобченко С.Л.** Тенденции развития компрессоров и клапаны. Прогнозирование перспективных направлений .ТПА экспресс №2, 2013.

4.**Березин И. С.** Анализ и выбор привода поршневого компрессора [Текст]/ И.С. Березин, А.В. Недовенчаный, Е.В. Постовой Е// Сборник научных трудов, вып. 11. – Омск: ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО НГАВТ, 2013. – с. 29-34.

5.**Magnus Kjellberg, Soren Kling.** Системы плавного пуска. Учебное пособие. ABB Automation Nechnology Products AB, Control. 2003, 90 с.

Секція № 6.
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 504:656.615

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ ЛЛЯЛЬНИХ ВОД МФ ДП «АМПУ» (АДМІНІСТРАЦІЇ МИКОЛАЇВСЬКОГО МОРСЬКОГО ПОРТУ)

Ремешевська І. В. канд. техн. наук, доцент
Двигун В. І.
Семенова В. В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

У зв'язку з інтенсивним розвитком міжнародного судноплавства, експлуатацією якісно нового флоту з потужними енергетичними установками, високою вантажопідйомністю, пасажиромісткістю та швидкістю пересування, виникають проблеми утилізації різноманітних суднових відходів, які неминуче утворюються на борту. До них відносяться суднові лляльні води, що містять нафту, інші відходи. Особливу небезпеку несуть неочищені та недостатньо знезаражені стічні води з суден, що знаходяться на зовнішніх рейдах морських портів, очікуючи на вантажно-розвантажувальні роботи.

Відповідно до вимог законодавства МФ ДП «АМПУ» (Адміністрації миколаївського морського порту) забезпечує надання послуг, включаючи приймання вод, які містять забруднюючі речовини, та сміття (відходів) з суден, інших забруднюючих (шкідливих) речовин на підставі заявок від капітанів суден або морських агентів.

Всі води, які містять забруднюючі речовини, та сміття, що утворюється на суднах під час їх експлуатації, вважаються забруднюючими (шкідливими) речовинами для морського середовища. Адміністрація судна зобов'язана забезпечити ведення належного обліку, наявність та виконання суднового плану щодо поводження з відходами, а також наявність потужностей для їх тимчасового безпечного зберігання (накопичення) на борту судна згідно з вимогами Конвенції МАРПОЛ 73/78.

На час приймання вод, які містять забруднюючі речовини та сміття у адміністрації судна на них немає технічних паспортів відходів, реєстраційних карток або документів дозвільного характеру, які б дозволяли визначити клас небезпеки, фізико-хімічний склад, небезпечні властивості та інші параметри щодо ідентифікації та/або класифікації суднових відходів згідно Державного класифікатора України Класифікатора відходів ДК 005-96, тому адміністрація Миколаївського морського порту приймає вищезазначені води та сміття у якості забруднюючих (шкідливих) речовин для морського середовища.

МФ ДП *«АМПУ» забезпечує приймання з суден та* передачу на плавучі або берегові очисні споруди сміття з суден та вод, які містять забруднюючі речовини, що утворюються на суднах під час їх експлуатації - лляльні води машинно-котельних відділень, шлам та інші рідкі нафтові залишки, брудний і чистий баласт, стічні води. Станція очистки лляльних вод (СОЛВ) призначена для прийому, накопичення та очищення лляльних вод, розташована у залізобетонному модулі на причалі морського порту Миколаїв.

Установка очищення СОЛВ складається з: фільтра грубої очистки, встановленого перед насосом подачі лляльної води на очищення; лінії очищення, що включає в себе вісім фільтрів очищення, які працюють послідовно; промивного насосу; ємності промивної води; технологічних трубопроводів. Накопичувальні цистерни обладнані люками для огляду та вивантаження нафтошламів, а також датчиками контролю рівня рідини та термометрами. Накопичувальні ємності очищеної води забезпеченні мірними лінійками для контролю заповнювання, датчиками рівня, термометрами, наглядовими люками, пробовідбірними кранами.

Лляльні води поступають на СОЛВ з судна – збирача. Судовим насосом лляльні води перекачуються через приймальний колодязь на причалі в накопичувальні ємності, в яких вони піддаються підігріву та відстою протягом не менше двох діб. Очищення лляльної води відбувається за допомогою багатоступеневої комбінованої технології з використанням фізичних методів; направлення потоків води в фільтрах - в режимі очищення „зверху вниз". У наступній послідовності лляльні води піддаються: фільтруванню через фільтр грубого очищення; обробці в тонкошаровому відстійнику; направлення води в фільтрі – в режимі очищення „зверху вниз"; пропусканню через коалісцируючі фільтри; барботажу в аераторі диффузіонному; фільтруванню через сорбційні фільтри; відведення самопливом очищеної води через накопичувальні ємності очищеної води в лиман по трубопроводу або скид в систему міської каналізації.

В накопичувальних ємностях відбуваються процеси розшарування лляльної води – нафтопродукти спливають, шлам осідає на дно. Тонкошаровий відстійник вловлює механічні домішки розміром від 0,05 до 1,0 мкм, розчинені і плівкові нафтопродукти. В дифузіонному аераторі при барботажній обробці стиснутим киснем нафтопродукти флотуються у верхню частину фільтру. Сорбційні фільтри очищують воду від нафтопродуктів до кінцевої концентрації 0,05 мг/л. Накопичені нафтопродукти відвантажуються ліцензованій організації для подальшого безпечного поводження.

Аналіз показників роботи СОЛВ *МФ ДП* «АМПУ» (Адміністрація миколаївського морського порту) за період 2015-2017 р.р. наведені в таблицях 1 - 2.

Таблиця 1

Найменування показника	Значення показника
Продуктивність установки СОЛВ, м^3 /год	2,0
Концентрація нафтопродуктів : - вхід СОЛВ, мг/л - вихід СОЛВ, мг/л	 3000-4000 0,05
Концентрація зважених речовин на : - вхід СОЛВ, мг/л - вихід СОЛВ, мг/л	 6000 3

Таблиця 2

Рік	Прийнято води для очищення, м^3	Скинуто очищеної води, м^3	Концентрація, мг/л		
			Завислі речовини	Нафтопродукти	Залізо загальне
2015	900,0	900,0	3,5	0,045	0,04
2016	468,649	400,0	2,64	0,026	0,026
2017	640,0	640,0	3,2	0,02	0,03

Висновки. За результатами проведеного дослідження можна зробити висновок, що очищення лляльних вод на СОЛВ в *МФ ДП* «АМПУ» відбувається ефективно, концентрація забруднюючих речовин в очищених стічних водах на виході з СОЛВ відповідає нормативним показникам. Понаднормативних скидів забруднюючих речовин не виявлено.

Список літератури.

1. Про затвердження Порядку надання послуг із забезпечення запобігання і ліквідації розливу забруднюючих речовин у морських портах України [Електронний ресурс] : Наказ Міністерства інфраструктури України від 21.08. 2013 р., реєстр. № 631.- Режим доступу до ресурсу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1533-13,
2. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 рок [Електронний ресурс]: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11. 07. 2013 р., реєстр. № 548-р. - Режим доступу до ресурсу: /http://uspa.gov.ua/ru/perspektivnyj-plan-razvitiya-otrasli-do-2038-goda.
3. Про затвердження Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України 29.02.1996 р., реєстр. № 269. - Режим доступу до ресурсу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/269-96-%D0%BF

УДК 347.799.2

ПРОИСШЕСТВИЯ НА МОРЕ: ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО УРЕГУЛИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ

Штейн Павел Васильевич **преподаватель кафедры Техногенной и гражданской безопасности.**
Национальный университет кораблестроения. г. Николаев.

Три происшествия в процессе мореплавания издавна подлежат особому урегулированию: 1) Столкновения судов; 2) Оказание помощи судну в опасности или его спасение; 3) Общая авария, необходимая для продолжения рейса жертва. Общая авария старейший правовой институт морского права. Новейшее возникает в качестве четвертого этой группы на наших глазах: ответственность за опасные грузы. Все эти происшествия представляют собой опасности моря. В правовом отношении важным основанием для их объединения в одну группу является страхование.

Проблема безопасности морского судоходства является сравнительно новой (если не считать пиратства) и может быть разделена на две части: 1) акты насилия против лиц на борту судна и незаконные акты против самого судна при его нахождении, как правило, вне территориального моря какого-либо государства и 2) акты вооруженных нападений и ограблений судов, находящихся в основном во внутренних водах или в территориальном море государства.

Любое лицо совершает преступление, если оно незаконно и преднамеренно:

а) захватывает судно или осуществляет контроль за ним силой или угрозой силы либо путем любой формы запугивания;

б) совершает акт насилия против лица на борту судна, если этот акт может угрожать безопасному плаванию данного судна;

в) помещает (или совершает действия в целях помещения) на борт судна каким-либо способом устройство или вещество, которое может разрушить это судно, нанести ему или грузу повреждение, которое угрожает или может угрожать безопасному плаванию данного судна;

г) разрушает морское навигационное оборудование, или наносит ему серьезное повреждение, или создает серьезные помехи его эксплуатации, если любой такой акт может угрожать безопасному плаванию судна;

д) сообщает заведомо ложные сведения, создавая тем самым угрозу безопасному плаванию судна;

е) наносит ранение любому лицу либо убивает его в связи с совершением какого-либо из преступлений, указанных в подп. «а» – «д».

Каждое государство предусматривает соответствующее наказание за указанные преступления исходя из того, что они должны рассматриваться в качестве тяжких преступлений

Обеспечение безопасности мореплавания - это совокупность мероприятий, связанных с достижением необходимого уровня надежности и живучести судна, с внешними для судна факторами, обеспечивающими безопасную деятельность судна в Мировом океане.

Требования к обеспечению безопасности мореплавания можно разделить на следующие группы:

– требования к конструкции, оборудованию и снабжению судов;

– требования при эксплуатации судна (безопасная загрузка и перевозка, обеспечение безопасности навигации и т.д.);

– требования к организации поиска и спасания;

– требования к укомплектованию экипажа судна;

– обеспечение безопасности морского судоходства;

– контроль в портах, организация расследования аварий.

Основным документом, содержащим требования к конструкции, оборудованию и снабжению морских судов, является Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. (International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS - сОлАС).

Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (МКУБ) [14] был принят Ассамблеей ИМО в 1993 г. Для придания Кодексу обязательной силы в Приложение к Конвенции СОЛАС-74 была включена глава IX «Управление безопасной эксплуатацией судов», в которой содержится отсылка к указанному Кодексу.

Цели Кодекса состоят в обеспечении безопасности на море, предотвращении несчастных случаев или гибели людей и избежание причинения ущерба окружающей среде, в частности, морской среде, и имуществу.

В соответствии с МКУБ, каждая компания должна разработать, задействовать и поддерживать систему управления безопасностью (СУБ), которая включает следующие функциональные требования:

– политику в области безопасности и защиты окружающей среды;

– инструкции и процедуры для обеспечения безопасной эксплуатации судов и защиты окружающей среды согласно соответствующему международному праву и законодательству государства флага;

– установленный объем полномочий и линии связи между персоналом на берегу и на судне, а также внутренней связи;

– порядок передачи сообщений об авариях и случаях несоблюдения положений Кодекса;

– порядок подготовки к аварийным ситуациям и действий по их устранению;

– порядок проведения внутренних проверок и обзора управления.

Компания должна определить ответственность, полномочия и взаимоотношения всего персонала, осуществляющего управление, выполнение и проверку работы, касающейся безопасности и предотвращения загрязнения и оказывающей на них влияние, и оформить это в виде документов.

В целях обеспечения безопасной эксплуатации каждого судна и осуществления связи между компанией и находящимися на судах лицами, каждая компания должна назначить лицо или лиц на берегу, имеющих прямой доступ к руководству на самом высоком уровне управления. Ответственность и полномочия назначенного лица или лиц должны включать контроль за соблюдением норм безопасности и

предотвращения загрязнения, связанных с эксплуатацией каждого судна, а также обеспечение предоставления достаточных ресурсов и оказания соответствующей помощи на берегу по мере необходимости.

Компания должна обеспечить, чтобы капитан:

– имел надлежащую квалификацию для управления судном;

– был полностью осведомлен о СУБ компании;

– получал необходимую поддержку для безопасного выполнения своих обязанностей.

Из п. 2 ст. 39 Конвенции ООН 1982 г. прямо вытекает, что суда должны соблюдать Международные правила предупреждения столкновения судов в море (МППСС) (англ. International Rules of Preventing Collision at Sea,

COLREGS) [42]. МППСС были приняты в Лондоне в 1972 г., в настоящее время их участниками являются около 140 государств, флот которых составляет приблизительно 97% мирового тоннажа.

МППСС-72 объединяют 38 правил и 4 приложения. В свою очередь, 38 правил распределены в пяти частях. В них определен порядок пользования сигналами (флажными, звуковыми или световыми), применения радиолокаторов, расхождения и скорости судов при их сближении и др.

Часть «А» содержит общие положения (правила 1-3), в которых регламентированы вопросы применения Правил, вопросы ответственности за их невыполнение и вопросы определения и использования в Правилах терминов.

Часть «В» содержит правила плавания и маневрирования (правила 4-19) при любых условиях видимости, плавание судов, находящихся на виду друг у друга, плавание судов при ограниченной видимости.

Часть «С» посвящена огням и знакам (правила 20-31).

Часть «Д» определяет звуковые и световые сигналы (правила 32-37).

Часть «Е» содержит изъятия из правил для судов, заложенных к постройке до вступления МППСС-72 в силу.

В приложениях к МППСС-72 регламентированы вопросы:

– расположения и технических характеристик огней и знаков (Приложение I);

– дополнительных сигналов для судов, занятых ловом рыбы вблизи других судов (Приложение II);

– технических характеристик звукосигнальных устройств (Приложение III);

– сигналов бедствия (Приложение IV).

11 сентября 2001 г. Международной морской организацией (ИМО) были разработаны новые международные стандарты в области морской безопасности, которые изложены в Международном кодексе по охране судов и портовых средств (Кодекс ОСПС). Примечательно, что в указанном Кодексе впервые было сформулировано понятие портового средства, что само по себе явилось следствием выработки единых подходов мирового сообщества к обеспечению безопасности на морском транспорте.

Цель Кодекса – предупреждение совершения возможных терактов. Так, в соответствии с положениями Кодекса, договаривающиеся правительства должны устанавливать уровни охраны объектов (пассажирских судов, включая высокоскоростные пассажирские суда; грузовых судов, включая высокоскоростные суда, вместимостью 500 и более; морских передвижных буровых установки; портовых средств, обслуживающих такие суда, совершающие международные рейсы) и предоставлять руководство по защите от происшествий, связанных с охраной. Более высокие уровни охраны предполагают наличие большей вероятности происшествия.

Для установления соответствующего уровня охраны принимаются к рассмотрению следующие факторы:

– степень доверия к информации об угрозе;

– степень обоснованности информации об угрозе;

– степень конкретности информации об угрозе или степень неизбежности угрозы;

– потенциальные последствия такого происшествия.

Положения Кодекса вступили в действие с 1 июля 2004 г.

Литература

1) Международные правила предупреждения столкновения судов в море (МППСС) (англ. International Rules of Preventing Collision at Sea

2) Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (МКУБ)

3) Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. (International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS - cОлАС)

4) https://studfiles.net/preview/2384911/page:24/

5) http://jurisprudence.club/mejdunarodnoe-pravo-uchebnik/ponyatie-bezopasnosti-moreplavaniya-metodyi-55355.html

6) Международный кодекс по охране судов и портовых средств (Кодекс ОСПС)
7) Hans-Jüygen Puttfaken. Seehandelsrecht, Band 53, Verlag Recht und Wirtschaft GmbH Heidelberg

УДК 628.162:628.3:621.359.7:504.4.054

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД НІТРАТІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ АНІОНООБМІННИХ ФІЛЬТРІВ

Трохименко Г. Г., к.б.н, професор НУК,
завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій,
Ахмедова В. Р., аспірант,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Україна має обмежені запаси прісної води і вже майже втратила чисті поверхневі води, що відповідали б вимогам до якості води господарсько-побутового постачання. Поверхневі води річок, озер, підземні води, напірні артезіанські води використовуються для питного водопостачання, але багато з них мають низьку якість через надмірне забруднення стічним водами. Часто техногенне навантаження на водні басейни перевищує їх здатність до самоочищення.

У більшості випадків забруднення водойм призводить до суттєвого підвищення рівня мінералізації водойм, значного підвищення жорсткості води. Досить складною і гострою проблемою є забруднення води нітратами, амонієм та фосфатами. У водні об'єкти сполуки азоту поступають з атмосферними опадами, при розкладанні твердих відходів, з побутовими стічними водами, стічними водами харчової промисловості та інших галузей виробництв, з відходів військових об'єктів, а також в результаті використання мінеральних добрив у сільському господарстві.

Однією з проблем, яка зустрічається досить часто при водозабезпеченні сільського населення, є проблема очищення джерельних або артезіанських вод від нітратів. Така вода є досить чистою, всі її характеристики відповідають вимогам до питної води при значному перевищенні вмісту нітратів. При цьому вміст хлоридів та сульфатів рідко перевищує 100 мг/дм^3. У даному випадку проблема очищення води вирішується застосуванням аніонообмінних фільтрів, заповнених високоосновним аніонітом. Аніоніт використовується в хлоридній формі. Регенерацію його можна здійснювати розчинами хлористого натрію. Проте, при цьому виникає екологічна проблема – проблема переробки відпрацьованого регенераційного розчину. Навіть при використанні для регенерації іоніту розчинів хлоридів амонію, відпрацьований регенераційний розчин буде містити крім нітрату амонію значну кількість хлоридів, що є головною перешкодою для його використання при виробництві мінеральних добрив. Тому в даному випадку запропоновано використання двухступеневої регенерації аніоніту. На першій стадії аніоніт регенерується сульфатом амонію. При цьому проходить ефективна десорбція нітратів з переведенням аніоніту в сульфатну форму (рис. 1).

Відпрацьований регенераційний розчин, який збирається в резервуар (11), подається на виготовлення рідких добрив, тому що він містить сульфат та нітрат амонію, які широко застосовуються як мінеральні добрива.

Так як сульфати мають вищу селективність за нітрати [1, 2], для досягнення високої ефективності очищення води від нітратів аніоніти на другій стадії регенерації переводили у хлоридну форму при промиванні іоніту розчином хлориду натрію.

Сульфати з розчину хлориду натрію висаджували у вигляді гіпсу при обробці хлоридом кальцію. Розчин хлориду натрію після освітлення в реакторі (12) та доочищення на фільтрі (14) використовується повторно. Отриманий гіпс після ущільнення на фільтрі (15) до зниження вологості до 50 % направляється на виробництво будівельних матеріалів. Природна вода після фільтру (3) проходить камеру озонування і далі направляється в резервуар чистої води і до споживача. Аніонообмінний фільтр (3) відключається на регенерацію після проскоку нітратів при досягненні ними концентрації на рівні 40–45 мг/дм^3.

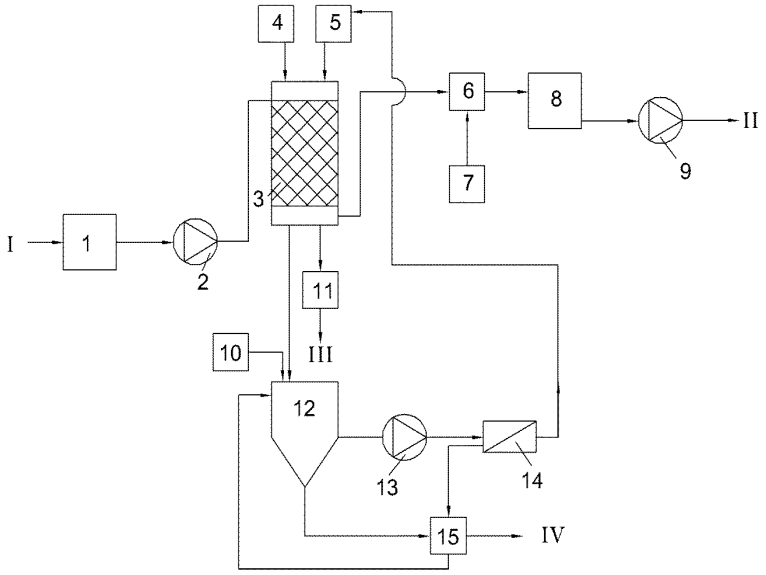


Рисунок 1 - Принципова технологічна схема очищення води від нітратів:
1 – приймальна камера; 2, 9, 13 – насоси; 3 – аніонообмінний фільтр; 4, 5 – витратні баки розчинів сульфату амонію та хлориду натрію; 6 – камера озонування; 7 – озонатор; 8 – резервуар очищеної води; 10 – витратний бак розчину хлориду кальцію; 11 – резервуар для збору розчинів нітрату та сульфату амонію; 12 – реактор; 14 – стрічковий фільтр; 15 – фільтр-прес; I – подача води; II – подача води до споживача; III – розчин на виготовлення рідких добрив;
IV – гіпс на переробку

ВИСНОВОК

Розроблено принципову технологічну схему очищення води від сполук азоту, основану на застосуванні іонообмінних фільтрів. Після очищення води за допомогою даної технології утворений осад використовується як основа для виготовлення мінеральних добрив, отже, її можна вважати маловідходною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Gomelya N.** Study of using the anionites in low-waste process of the water purification from phosphates / N. Gomelya, A. Petrichenko, A. Trokhimenko, Y. Martyniuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. - Vol. 3, № 10 (87). – P. 36–41.

2. **Грабітченко В.М.** Розділення сульфатів і нітратів під час іонообмінного знесолення води / В.М. Грабітченко, І.М. Трус, М.Д. Гомеля // Вісник Національного технічного університету «КПІ». – 2014. – № 2(13). – С. 72–75.

УДК 504.05

ЗАДАЧІ ОПЕРАТИВНОГО ІНФОРМУВАННЯ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ВІЙСЬКОВИХ ЗАГРОЗ

[1]Копійка Сергій Васильович, к.т.н., доцент,
[2]Чибінєєв Валерій Вікторович, магістр,
1Національний університет кораблебудування,
2ЗСУ.

З розвитком технічних засобів виникає можливість зменшити вплив на цивільне населення наслідків техногенних, екологічних та військових загроз. В першу чергу дана можливість пов’язана з мобільністю реагування спеціально створених органів захисту кожної з зацікавлених держав. Підвищення мобільності органів захисту в містах України та районах нещільного заселення України досягається шляхом оптимізації систем інформування, уніфікованих в межах адміністративних одиниць. Для цього слід послідовно реалізувати низку заходів, які є складовими загальної інформаційної стратегії. Максимальної результативності від реалізації цих заходів можна досягти розробкою та застосуванням ефективних математичних моделей в процесі рішення інформаційної задачі ще на етапі планування.

В умовах техногенних та військових загроз успішність заходів із захисту цивільного населення та мобілізаційних заходів великою мірою залежить від своєчасного інформування осіб, що повинні бути залучені до виконання визначених обов'язків. Надалі використовується термін «вповноважені особи». Вказані вповноважені особи можуть бути посадовими особами або особами, які знаходяться у резерві. При отриманні – передачі інформації має значення місце особи в інформаційному ланцюгу та алгоритм доопрацювання транзитної інформації. Організаційно система інформування може бути побудована за зірковою схемою, ланцюговою схемою або змішаною схемою. Технічними засобами інформування можуть виступати: мобільний зв'язок, дротовий зв'язок, зв'язок кур'єрами. Кожний факт передачі інформації від особи до особи можна вважати одиничною подією, яка характеризується параметрами: час виконання, вартість виконання. Таким чином, процес розповсюдження інформації представляється інформаційною хвилею, яка складається з дискретних одиничних подій і оцінюється часом виконання інформаційної задачі та вартістю виконання інформаційної задачі. При математичному моделюванні мобілізаційних процесів в якості критерію якості та критерію оптимальності може виступати або час виконання інформаційної задачі ***t*** або вартість виконання інформаційної задачі ***c***. Оптимізація математичної моделі можлива лише за одним з критеріїв, в загальному випадку досягти оптимальності за обома критеріями неможливо. В представленому дослідженні критерієм оптимізації використано час виконання інформаційної задачі через його більшу значущість в стані військової або техногенної загрози.

Існує велика кількість методів отимізації математичних моделей, серед яких особливо виділено «Транспортну задачу» та «Задачу масового обслуговування» через розвинутість їх математичного апарату, велику варіативність початкових умов, значну адаптивність до інформаційних процесів. В представленому дослідженні розглянуто рішення методами «Транспортної задачі».

Постановка транспортної задачі передбачає встановлення необхідної кількості «ВО+»$_i$ - носіїв інформації та необхідної кількості «ВО-»$_j$ - споживачів інформації. Передавання інформації потребує необхідний час p_{ij} з одиницею вимірювання секунда. Загальний обсяг переданої інформації (в дискретних одиницях) x_{ij}. При цьому повинні виконуватися умови:

$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \text{ВО} +_j$ для всіх j=1…n,

$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \text{ВО} -_i$ для всіх i=1…m,

$x_{ij} \geq 0$, для j=1…n, i=1…m.

Розв'язання задачі полягає в мінімізації цільової функції часу ОП $K_{min} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} p_{ij} * x_{ij}$ для кожної зі складених транспортних таблиць. Вся інформаційна задача представляється серією послідовних транспортних таблиць. Запропоновано кожну з транспортних таблиць оптимізувати методом північно-західного кута (у випадку невеликої таблиці) або за допомогою вбудованої функції Minimize математичного комплексу Mathcad.

Запропоновані методи для вирішення організаційної частини мобілізаційної задачі дозволяють зменшити час виконання інформаційної задачі в порівнянні з попереднім наближенням в 1,5-2,5 разів (в залежності від складності інформаційної мережі). Отримана перевага в часовому інтервалі, щонайменше знижує вартість майбутньої рятувальної операції, можливо - дозволяє уникнути людських жертв через загрози.

Висновки. Проведений аналіз інформаційної задачі та результати моделювання та розрахунки показали:

- Для будь якого структурного вигляду інформаційної задачі в умовах техногенних, екологічних та військових загроз існує можливість математичного моделювання перебігу виконання задачі.
- Отримана математична модель може бути оптимізована за часом виконання задачі або за вартістю виконання задачі. Оптимізація виконується за одним з критеріїв відомими математичними інструментами, зокрема – шляхом розв'язання типової Транспортної задачі.
- В результаті структура інформаційної задачі суттєво покращується. В розрахунках отримане зменшення часу інформування в 1,5-2,5 разів в порівнянні з попередньою побудовою.
- Розв'язання математичних моделей може бути виконана за допомогою комп'ютерних засобів, що підвищує мобільність прийняття організаційних рішень.

Література

1. Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію. Верховна Рада України; Закон від 21.10.1993 № 3543-XII. (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, N 44, ст.416)

2. Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію. Верховна Рада України; Проект закону України від 08.06.2017 № 6564. Дата розгляду: 08.06.2017

3. **Брушлинский Н. Н.** Применение экономико-математических методов для решения организационно-управленческих задач пожарной службы / Н. Н. Брушлинский // Вопросы экономики в пожарной охране : Сб. науч. тр. – М. : ВНИИПО, - 1972. – С. 114–122.

4. **Ивченко Г.И.** Теория массового обслуживания / Г.И. Ивченко, В.А. Каштанов, И.Н. Коваленко – М.:Высшая школа, 1982. – 256 с.

5. **Вознесенский В.А.** Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков –К.:Выща школа, 1989.-720с.

УДК 504:005.83

ФОРМУВАННЯ ПРОЦЕДУР ЕКОЛОГІЧНОЇ ПРОГРАМИ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Гурець Н. В., старший викладач кафедри екології та природоохоронних технологій,
Шмаркова А.О., студент
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Екологічний менеджмент є одним із інструментів реалізації принципів сталого еколого-економічного розвитку. Такий розвиток припускає відмову від сформованої на практиці концепції екстенсивного економічного зростання, що лежить в основі розвитку системи світового господарства і природних ресурсів, яка базується на уявленні про невичерпність і необмеженість можливостей природного середовища до самовідновлення.

Система екологічного менеджменту (СЕМ) на рівні окремої організації формулює процедури роботи і контролю [1,3,4], що забезпечують успішне здійснення екологічної політики та екологічної програми. Вона істотно пов'язана з організаційною структурою і кадрами (наприклад, призначення менеджерів, що відповідають за охорону навколишнього середовища і т.д.).

В процесі реалізації проектів екологічного менеджменту при визначенні екологічних аспектів необхідно оцінити їх вплив на навколишнє середовище (наприклад, види та кількість речовин, які потрапляють в навколишнє середовище). Процес ідентифікації повинен включати в себе нормальні умови діяльності, запуск та відключення установок, а також потенційний вплив на навколишнє середовище у надзвичайних ситуаціях.

Ретельний аналіз допомагає підготувати адекватну документацію системи, включаючи процедури. Процедури системи екологічного менеджменту повинні доповнювати функціонування документації в рамках інших систем управління, присутніх в організації, проте не тільки вони повинні поліпшити екологічні показники, а також загальна організація і управління.

Процедура, відповідно до стандарту ISO 14001:2004 [2], є спеціальною редакцією певного способу здійснення діяльності або процесу. Від того, задокументована процедура чи ні, залежить кінцевий ефект її застосування. Основна роль процедури полягає в тому, щоб поліпшити спосіб проходження процедури в певному процесі. Саме тому процедура повинна відповідати умовам фактичного процесу. В іншому випадку, це не буде збігатися с його головною метою – вдосконаленням процесу управління. Приклад процедури оперативного контролю системи екологічного менеджменту наведено на рисунку.

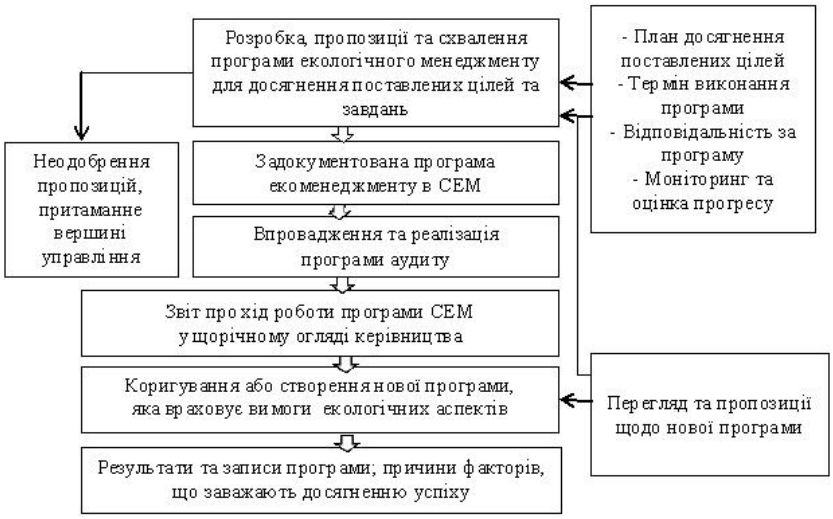


Рисунок. Процедура оперативного контролю системи екологічного менеджменту.

Документовані процедури цілком відповідають їх цілям лише тоді, коли вони написані ясним і доступним способом. Процес, описаний у документі, є зрозумілим для людей, які використовують його в роботі. Процедура повинна містити чітко визначену мету, щоб представляти деяку додаткову цінність, отриману організацією через його реалізацію. Обов'язки повинні бути описані однозначно, щоб не викликати ніяких сумнівів. Процедура, як документ зазнає змін, що є результатом поліпшень, які впроваджуються в організації та вимагають відповідного методу керівництва, щоб забезпечити повне виконання необхідних умов.

Висновки. Застосування процедур екологічної програми в управлінні проектами екологічного менеджменту полягає в тому, щоб полегшити та покращити роботу тих, хто бере участь у діяльності організації. У конкретному порядку процедури стандартизують спосіб здійснення конкретної ситуації. Будучи інструментом, який сприяє вдосконаленню та оптимізації системи екологічного менеджменту, процедури ще й забезпечують управління підтримкою діяльності. Згодом вони стають інструментом, який практично сприяє запобіганню різноманітних помилок, які можуть виникати на різних етапах процесу реалізації. Проте слід підкреслити, що вищенаведене можливе лише тоді, коли процедури відповідають формі, змісту та практиці, застосованої у відповідній сфері.

Література:

1. **Демяненко К.А.** Сутність та складові системи екологічного менеджменту [Електронний ресурс]. – Європейські песпективи № 6, 2015. Режим доступу: www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?...
2. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування ДСТУ ISO 14001:2006 (ISO 14001:2004, IDT) [Текст]. – Введ. 2006-05-15. – К. : Держспоживстандарт УКРАЇНИ, 2006. – 17 с.
3. Environmental Management. System: Manual & Procedures [Електронний ресурс]. Toolkit Templates prepared by Environment Agency, 2009 Режим доступу: https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#inbox/FMfcgxvzKQlcQrBmHbFCFxPDPQKQhchQ?projector=1&messagePartId=0.2
4. **Емброс Г.** Role of procedures in environmental management system. [Електронний ресурс]. Studia Ecologiae et Bioethicae UKSW 11(2013)4. Режим доступу: https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#inbox/FMfcgxvzKQlcQrBmHbFCFxPDPQKQhchQ?projector=1&messagePartId=0.1

УДК 504

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ

Личко Б. М., канд. техн. наук, доцент
Ремешевська І. В., канд. техн. наук, доцент
Гіржев І. В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Морський транспорт вносить значний вклад у забруднення природного середовища. На частку берегової індустрії припадає близько 72% забруднення водних ресурсів, викликаних діяльністю людства. Близько 25% забруднювачів потрапляють в море в процесі експлуатації суден.

В умовах звичайної експлуатації основними джерелами забруднення є суднові двигуни, і насамперед головна енергетична установка, а також вода, використана для миття вантажних танків, і баластна вода, що зливається за борт із вантажних танків. Водні ресурси забруднюють випадкові, аварійні і навмисні потрапляння небезпечних вантажів, скиди з суден, нафтопродуктів, отруйних рідких і радіоактивних речовин, миючих речовин, синтетичних відходів, стічні води із санвузлів, господарчо-побутові стоки, сміття, тощо.

Небезпечними вантажами є різноманітні насипні та хімічні речовини, матеріали, вироби, відходи промислової та іншої діяльності. Такі речовини, завдяки притаманних їм хімічних та фізичних властивостей і особливостей, створюють або можуть створювати при їх перевезенні небезпеку для життя і здоров'я людей, завдавати шкоди навколишньому природному середовищу, призводити до пошкодження або знищення матеріальних цінностей.

Одним з найбільш небезпечних вантажів, витік яких в море, тягне за собою величезні екологічні збитки та значні матеріальні витрати на їх утилізацію, є нафтопродукти. Транспортування нафтопродуктів може призвести до ризику виникнення позаштатних ситуацій, в тому числі аварій, в результаті яких відбувається забруднення морської акваторії. За статистичними підрахунками аварії танкерів відбуваються при кожному тисячному заході в порт, при цьому, людський фактор виникнення аварій становить 75% від усіх випадків. Тому повністю усунути можливість виникнення аварій неможливо.

Важливим фактором негативного впливу експлуатації морського транспорту на водні ресурси є недотримання нормативних вимог діючого законодавства України та основних принципів міжнародного морського права тягнуть за собою зростання екологічного дисбалансу.

Висновки. Експлуатація морських видів транспорту викликає незначне забруднення повітряного басейну або літосфери, однак можливе забруднення ним гідросфери носить глобальний характер. Ефективними шляхами вирішення екологічних проблем водних ресурсів може стати впровадження екологічно ефективних і ресурсозберігаючих технологій на флоті та дотримання норм міжнародного морського права.

Список літератури.

1. **Пахомов А. В.** Программное обеспечение по обработке баз данных локального мониторинга сточных и поверхностных вод / Пахомов А. В // Мат. междунар. водного форума [«Современное состояние, проблемы и перспективы использования трансграничных водных объектов»]. - Мн.: БЕЛСЭНС, 2006. – С. 17-21.
2. **Лаврова О. Ю.** Катастрофический разлив нефти в Мексиканском наливе в апреле-мае 2010 года / О. Ю. Лаврова, А. Г. Костяной // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 6. – С. 67-72.
3. **Козаченко В. І.** Охорона та відтворення довкілля Чорного моря / Козаченко В. І. // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2001. – № 12. – С.54-58.

УДК 66.094.37

ОПТИМІЗАЦІЯ ФОТОКАТАЛІТИЧНОЇ МЕТОДИКИ ОКИСНЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ВИЗНАЧЕННЯ ХСК

Кельїна С.Ю., доцент
Личко О. І., ст .викладач кафедри екологічної хімії
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Процеси окиснення часто використовуються в аналітичній практиці, наприклад, при визначенні однієї з основних характеристик вод різних типів – хімічного споживання кисню (ХСК). Процеси окиснення в умовах визначення $ХСК_{Cr}$ за арбітражною методикою мають суттєві недоліки [1], тому пошук і дослідження нових умов окиснення при визначенні окисності вод залишається актуальною науковою задачею.

В останні роки велика увага приділяється фотокаталітичному способу окиснення (мінералізації) органічних речовин у воді [2]. Велика частина досліджень стосується окисної здатності систем з використанням гетерогенного фотокаталізатора – напівпровідникового нано-TiO_2 (наприклад, марки P25 [3]), який є екологічно безпечним, хімічно інертним, досить стабільним за складом і будовою за звичайних умов і відносно недорогим. Автори наукових робіт з цієї тематики не з'ясували деякі істотні закономірності поведінки фотокаталітичних систем. Наприклад, не була обґрунтована початкова концентрація поглинача, межі визначення величини ХСК, вплив способу відділення фотокаталізатора та ін.

Метою наших досліджень було детальне вивчення всіх факторів, які впливають на повноту окиснення і оптимізація умов фотокаталітичної мінералізації органічних домішок-відновників з використанням у якості стандартної речовини важко окиснюваної сполуки ацетатної кислоти. Процес деструкції проводили в фотореакторі спеціальної конструкції, описаному в [3]. Регістрацію результатів експериментів проводили фотометричним методом.

Нами було виявлена залежність окисності системи від вихідної концентрації $K_2Cr_2O_7$ та його адсорбції на каталізаторі, тому експериментально встановлено, що в реакційну колбу необхідно вводити 7, $5 \cdot 10^{-4}$ еквівалентів дихромат-іонів. При використанні фотометричного методу визначення ХСК суттєвою проблемою є виділення нано-TiO_2 з системи. Ми випробували попереднє флокування нейоногенним флокулянтом *Магнафлок* 351 *(Mf 351*), з молекулярною масою $\sim 10^6$ та центрифугування (3 хв при 800 об/хв). При цьому весь процес розділення фаз тривав ~ 10 хв (відстоювання відбувалося протягом 1,5 –2 годин)

У виявлених оптимізованих умовах буде досліджена окисна здатність системи для різних органічних речовин – полютантів природних і стічних вод а результати фотокаталітичної мінералізації органічних речовин будуть представлені в наступних роботах..

Висновки. В роботі розглянуті особливості використання фотометричного методу визначення ХСК з використанням фотокаталізатора – напівпровідникового нано-TiO_2 та запропоновані способи оптимізації цього процесу з метою подальшого використання у промисловому виробництві для очищення води.

Список використаних джерел

1. **Лурье Ю. Ю.** Аналитическая химия промышленных сточных вод – М.: Химия,1984. –с.73-78
2. Соболева Н. М., Носонович А. А., Гончарук В. В. Гетерогенный катализ в процесах обработки воды // «Химия и технология воды» 2007. Т 29 №2 с. 125-159
3. **Кельїна С. Ю.,Цимбал Д. О., Дєдков Ю. М.** Дослідження можливостей використання системи УФ – нано – TiO_2–$K_2Cr_2O_7$ з метою визначення ХСК // «Методи і об'єкти хімічного аналізу» 2013. Т.8, №2, с.76-82.

УДК 541.123.6.

ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ НА ШЛАМОСХОВИЩАХ ТОВ «МГЗ»

Маринець О. М. к.т.н., доц.
Котова М.С.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Шламосховища ТОВ «Миколаївського глиноземного заводу» є одним з найбільш небезпечних джерел потенційного забруднення водного і повітряного басейну в Миколаївській області. Тому їх утримання має супроводжуватись комплексом заходів з підвищення рівня техногенно-екологічної безпеки.

Потенційну загрозу для водного середовища становить можливий прорив дамби і аварійне скидання шламової пульпи в Південний Буг. Крім того, шламосховище забруднює атмосферу внаслідок пилiння його поверхні і гідросферу - внаслідок міграції токсичних елементів в ґрунтові води.

До основних заходів щодо покращення рівня безпеки людей і навколишнього середовища можна віднести:

– постійний моніторинг рівня безпеки шламосховищ відповідно до чинних нормативних документів;

– організація аварійно - рятувальних бригад;

– проведення натурних спостережень протягом всього терміну експлуатації шламосховищ;

– належне утримання, неперервна модернізація і удосконалення передбачених проектом експлуатації шламосховищ необхідної контрольно - вимірювальної апаратури, пристроїв сигналізації, блокування, захисту від перевантажень тощо;

– забезпечення розробки та затвердження плану ліквідації можливих аварій (ПЛА) на шламосховищах.

При плануванні ліквідації можливих аварій слід враховувати можливі порушення виробничих процесів і режимів роботи агрегатів і апаратів, а також відключення електроенергії, освітлення, води, пара, попередження та гасіння пожеж тощо.

Проведені дослідження показали, що удосконалення технології формування поверхневого шару шламосховища належної якості може суттєво зменшити рівень пилiння та зменшити пилові викиди у атмосферу.

До планів розвитку доцільно включити також заходи з удосконалення технологій утримання шламосховищ, шнекоходів, інших виробничих агрегатів, а також заходи з проведення біологічної рекультивації.

УДК: 621.318

ОЦЕНКА РИСКОВ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

А.В. Радионов, канд. техн. наук, ООО «НПВП «Феррогидродинамика»
А.П. Шевцов, докт. техн. наук, проф., Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

Оценка рисков техногенной безопасности опасных производств при использовании магнитожидкостных герметизирующих комплексов (МЖГК) производится модернизированным метод Файна-Кинни [1].

$$, R = E \times A \times S \times K$$

где *E* (Existence) – вероятность возникновения опасной ситуации; *A* (Avoidance) – вероятность того, что опасная ситуация приведет к нанесению вреда; *S* (Severity) – тяжесть последствий и *K* – произведение поправочных коэффициентов.

Фактические величины, входящие в формулу, непрерывны, однако на практике используют их дискретные значения. Шкала оценки тяжести последствий S разработана на основе обработки исходных данных используемых при анализе работы МЖГК с учетом степени подверженности человека воздействию вредных факторов при механических повреждениях и представлена в виде табличных данных.

Величина $K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6$ определяется как K_1 – коэффициент, учитывающий срок эксплуатации оборудования, (K_1 = 1,0… 1,1); K_2 – коэффициент, учитывающий влияние физического и морального старения оборудования на его ремонт (K_2 = 1,0…1,1); K_3 – коэффициент, учитывающий введение новых технических решений на этапе модернизации (K_3 = 0,9…1,0); K_4 – коэффициент, учитывающий изготовление технологического оборудования, и его комплектующих на сертифицированных участках (K_4 = 0,9…1,0); K_5 – коэффициент, учитывающий взаимное расположение опасных объектов (K_5 = 1,0 – 1,2); K_6 – коэффициент, учитывающий условия обслуживания и наличие резервирования оборудования (K_6= 0,9…1,0). Поправочные коэффициенты получены экспертным путем на основании результатов эксплуатации.

Для устранения влияния субъективности экспертного оценивания предлагается оценку рисков техногенной безопасности опасных производств при использовании МЖГК производить на основе математической модели феррогидродинамики в случае вязкой несжимаемой среды в цилиндрической системе координат.

Система уравнений такой модели в безразмерных величинах, отнесенных к радиусу вала r_s и его тангенциальной скорости $V_{0\theta}^s$, записывается в виде [2]

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \vec{\nabla})\vec{V} = -\vec{\nabla}\tilde{P} + \frac{1}{\mathrm{Re}}\nabla^2\vec{V} + \chi_r \ \vec{H} \cdot \vec{\nabla} \ \vec{H}, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0,$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{\mathrm{PrRe}}\nabla^2 T + C \ f \ t \ ,$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = 0, \quad \vec{\nabla} \cdot (\vec{H} + \vec{M}) = 0 \qquad \vec{M} = M\vec{H}/H \ ,$$

где $\vec{V}$ – вектор скорости, *T* – температура, *P* – давление, $\vec{M}$ – вектор намагниченности, $\vec{H}$ – вектор напряженности магнитного поля, ρ – плотность, C - амплитудное значение функции разогрева $C = \mathrm{Br}\frac{1}{P}\dot{S}_{r\theta}^2$, $\dot{S}_{r\theta}$ - тензор скоростей деформации вращающейся жидкости , а $f \ t$ - изменение ее во времени, $\mathrm{Pr} = \frac{\nu_k}{\chi}$ - число Прандтля, описывающее гравитационную конвекцию, $\nu_k = \eta_d / \rho$ – коэффициент кинематической вязкости, η_d – коэффициент динамической вязкости, $\chi = \frac{k_t}{\rho c_p}$ - коэффициент температуропроводности, k_t - коэффициент теплопроводности, $\mathrm{Re} = \frac{V_{0\theta}^s r_s}{\nu_k}$ - число Рейнольдса, $Pe = \mathrm{PrRe}$ – число Пекле, $V_{0\theta}^s$ - тангенциальная скорость поверхности вала, $\mathrm{Br} = \frac{\eta_d V_{0\theta}^{s2}}{k_t T_0}$ - число Бринкмана, характеризующее теплообмен в слое жидкости (числитель характеризует диссипативные тепловыделения в магнитной жидкости, знаменатель – отвод теплоты), T_0 - начальная температура, χ_r - магнитная восприимчивость.

Приведенная система это система 8 скалярных уравнений для определения 8 неизвестных $\tilde{P}, T, V_n, T_n, \ n = 1, 2, 3$.

Если обозначить показатели рисков техногенной безопасности МЖГК как r_i , где *i* = 1…*n*, а требования техногенной безопасности x_j , где *j* = 1…*m*, то выражения зависимостей характеристик от требований можно аппроксимировать выражениям

$$r_i = r_i(x_1, x_2, x_3, \ldots x_j, \ldots x_m) \ .$$

Используя метод анализа размерностей, выражения можно выразить в безразмерных видах

$$R_i = K_i X_1^{k1i} X_2^{k2i} X_3^{k3i} \ldots X_j^{kji} \ldots X_m^{kmi} \ ,$$

где R_i и X_j соответственно определяемые и определяющие безразмерные комплексы характеристик рисков и требований техногенной безопасности МЖГК.

Если принять значения безразмерных комплексов риска как

$R_1 = 1-\tau_r/\tau_t$, где τ_r и τ_t соответственно значения действительного и заданного времени работы МЖГК на отказ;

$R_2 = V_r/V_t$, где V_r и V_t соответственно значения действительной и предельной линейной скоростей в зазоре МЖГК;

$R_3 = T_r/T_t$, где T_r и T_t соответственно значения действительной и предельной температур в зазоре МЖГК;

$R_4 = P_r/P_t$, где P_r и P_t соответственно значения действительного и предельного давления в зазоре МЖГК;

$R_5 = \delta_r / \delta_t$, где соответственно значения действительной и рекомендуемой величины зазора в МЖГК;

а определяющие безразмерные комплексы как числа $X_1 = Re_\delta$ – Рейнольдса модифицированное, $X_2 = Pr$ – Прандтля, $X_3 = Br$ – Бринкмана, $X_4 = Fr_m$ – Фруда магнитное (отношение плотности центробежной силы к магнитной силе, действующей на единицу объема жидкости), $X_5 = Ta$ – число Тэйлора, характеризуещего неустойчивость магнитного движения жидкости в узком зазоре между коаксильными цилиндрами, внутренний из которых вращается $Ta = V_r \delta_r \sqrt{r_s \delta_r} / \nu_k$,

то на основании базы данных эксплуатации МЖГК в составе объектов опасных производств [3-5] определены значения коэффициентов K_i $(j = 1, 2, 3, 4, 5)$ и показателей степени k_{ij} $(i=1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, 3, 4, 5)$.

Список использованной литературы:

1. **Радионов А.В.** Оценка техногенного риска оборудования опасных производств системным многоуровневым анализом [Текст] / А.В. Радионов // Збірник наукових праць НУК. – №4. – 2015 – С. 82-91

2. **Розенцвейг Р.** Феррогидродинамика. [Текст] / Р. Розенцвейг – М.: Мир, 1989. – 357 с.

3. **Радионов А.В.** Повышение промышленной безопасности технологического оборудования путем применения магнитожидкостных герметизаторов [Текст] / А.В. Радионов, А.В. Курок // Охрана труда и социальная защита. – 2015. – № 1. – С. 54 – 58.

4. **Радионов А.В.** Опыт эксплуатации магнитожидкостных герметизаторов нанефтеперерабатывающих заводах стран СНГ [Текст] / А.В. Радионов // Химическая техника. – 2015. – №10. – С. 11 – 17.

5. **Радионов А.В.** Анализ опыта работы магнитожидкостных герметизаторов на СГПП «Объединение Азот» [Текст] / А.В. Радионов, Н.В. Уваров // Химическая техника. – 2009. – № 9. – С. 26 – 29.

УДК 004.7:556.11

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В ПОРТОВИХ КОМПЛЕКСАХ

Тимченко І. В., к.т.н., доц., Калюжина І. Є.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Підвищення об'ємів транспортних перевезень через портові комплекси Північного Причорномор'я призводить до значних забруднень поверхневих вод акваторії та виникнення аварійних ситуацій зі значними наслідками для навколишнього середовища. Одними з найбільш небезпечних можна вважати аварійні ситуації пов'язані із забрудненнями морської акваторії нафтою та нафтопродуктами.

Крім загально відомих причин виникнення таких аварій, на сьогодні ситуація загострюється часто низьким рівнем контролю з боку екологічних служб внаслідок періоду реформ в сфері державного нагляду, зміни повноважень відповідних органів, системи моніторингу та ін., що підвищує актуальність задачі вдосконалення системи моніторингу надзвичайних ситуацій за рахунок підвищення рівня автоматизації прийняття рішень.

Метою роботи є підвищення екологічної безпеки в портових комплексах Північного Причорномор'я за рахунок вдосконалення комп'ютерної системи екологічного моніторингу надзвичайних ситуацій.

На рис. 1 наведено діалогове вікно інтерактивної карти портових комплексів Північного Причорномор'я, які розглядались: Іллічівський морський порт, Одеський морський торговельний порт, порт Південний,

Миколаївський морський торговельний порт, порт «Ніка Тера», ДП Стивідорна компанія «Ольвія». На основі інтерактивної карти було створено інформаційний ресурс системи екологічного моніторингу, який дозволяє відстежувати антропогенні зміни в акваторії Бузько-Дніпровського лиманного каналу та інформувати користувача про стан довкілля в межах дії морської портової інфраструктури.

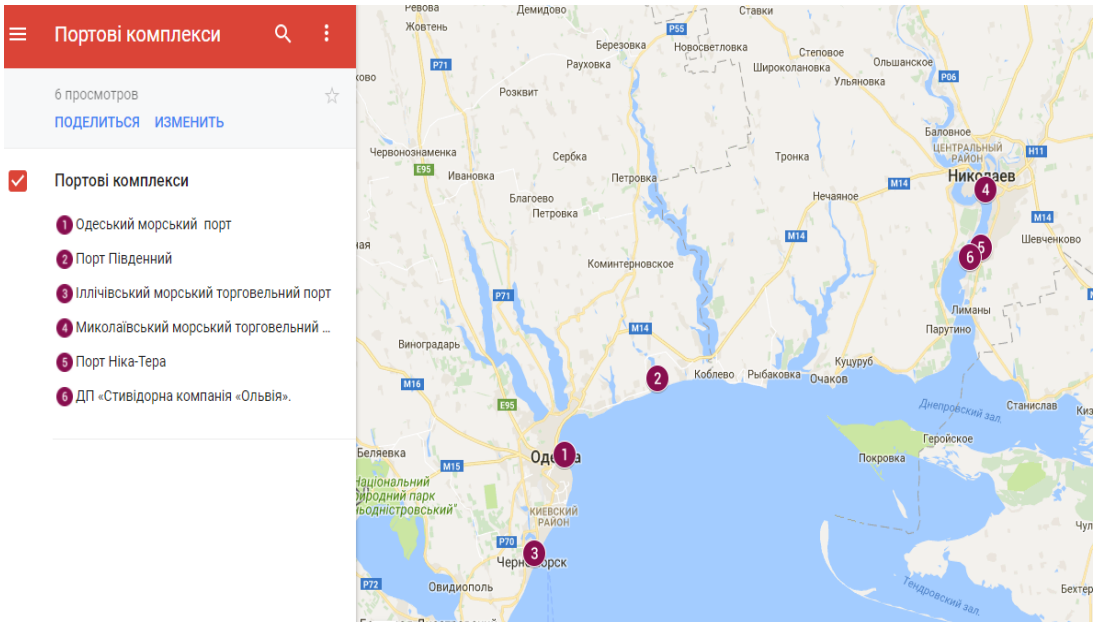


Рис. 1. Діалогове вікно інтерактивної карти портового комплексу Північного Причорномор'я

Проаналізовано основні причини виникнення надзвичайних ситуацій в портах, серед яких виділено наступні:

- погіршення матеріально-технічного забезпечення, зниження виробничої і технологічної дисципліни;
- ігнорування економічних факторів, вимог, стандартів;
- недостатня увага керівників відповідних органів державного управління до проведення комплексу заходів, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям природного і техногенного характеру та зниження їх наслідків;
- дефіцит кваліфікованих кадрів;
- низький рівень застосування прогресивних ресурсозберігаючих і екологобезпечних технологій;
- стихійні лиха, які становлять загрозу для життя чи здоров'я людини (зливи, град, тумани);
- конфлікти на міжнаціональному і міждержавному рівнях;
- збройні конфлікти.

На рис. 2. представлено запропоновану структуру комп'ютерну систему екологічного моніторингу при виникненні надзвичайних ситуацій в портових комплексах Північного Причорномор'я, яка складається з таких функціональних блоків: блоку збору даних; блоку первинної обробки, сортування та наповнення баз даних; блоку відтворення інформації; блоку візуалізації інформації; блоку моделювання і прогнозування.



Рис. 2. Структурна комп'ютерна система екологічного моніторингу надзвичайних ситуацій в портових комплексах Північного Причорномор'я

Блок спостереження [1], передбачає збір даних для накопичення первинної інформації про поточні значення параметрів надзвичайних ситуацій, особливостей місцевості за допомогою фото-відеозйомки, зокрема за допомогою безпілотних летальних апаратів. Блок оцінки стану параметрів довкілля та зберігання їх в Базі Даних, завантаження до ГІС, що забезпечує підвищення якості вихідної інформації. Блок оцінки фактичного стану об'єкту включає оцінку об'єкту морської транспортної інфраструктури: суден, портових об'єктів.

Представлена структура комп'ютерної системи екологічного моніторингу дозволить поповнювати базу даних типових аварійних ситуацій, інформацію про антропогенні зміни в акваторії Бузько-Дніпровського лиманного каналу та Чорного моря, які є особливо уразливими ділянками Світового океану, за рахунок блоку моделювання та прогнозування програвати різні сценарії розвитку аварійних ситуацій та, в результаті, при виникненні аварійних ситуацій оперативно приймати рішення з їх ліквідації.

Література

1. **Тимченко І.В.** Розробка комп'ютерної мережі спостережень За якістю поверхневих вод акваторії суднохідного Бузько-Дніпровського лиманного каналу [Текст] / І..В. Тимченко, В.С. Мотигіна, І.Є. Калюжина // Збірник наукових праць НУК. — 2015. — № 6. — С. 90–95.

УДК 504.5:628.196

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Маркіна Л.М. к.т.н., доцент, Баришникова В.П., студентка
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

В сьогоднішньому високо розвинутому та урбанізованому світі питання екологічної безпеки водних об'єктів стоїть, як ніколи, гостро. Негативний вплив підприємств на природні водні об'єкти досяг свого апогею в масштабах забруднюючих скидів, спуску неочищених зворотніх вод та, не рідко, отруйних метановмісних, нітритних чи хлоридних викидів. Екологічна безпека водних об'єктів, а отже, і водних ресурсів держави є важливою складовою національної безпеки держави поряд з політичною, економічною, інформаційною та іншими видами безпеки [1, 2]. Через порушення екологічної безпеки спостерігається загроза значного погіршення становища водних об'єктів. Тому перед людством стоїть важливе завдання - забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів.

Питання забезпечення державної політики у природоохоронній сфері, спрямованої на досягнення та підтримання стану екологічної безпеки досліджували Г. Бачинський, С. Васюта, М. Кисельов, Н. Маєвська, О. Стегній, М.Д. Гомеля та інші. Значний внесок у вирішення даної проблеми зроблено зарубіжними науковцями Ю. Климовим, А. Коротковим, М. Мойсеєвим, В. Соколовим, А. Тимошенко, І. Фроловим, О. Яніцьким, В. Бернсом, В. Тесле, А. Ніколасом, Д. Робентсоном та ін.

Зростання міст, розвиток промисловості, інтенсифікація сільського господарства, значне розширення площ зрошуваних земель і ряд інших чинників все більше ускладнюють проблеми забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів. Все це призвело до глобального антропогенного впливу на навколишнє середовище та водні об'єкти зокрема. Зараз в нашій країні спостерігаються значні труднощі з забезпеченням природними ресурсами, зокрема прісною водою, внаслідок якісного та кількісного виснаження природних водних об'єктів, що пов'язано з забрудненням та нераціональним використанням води. [3].

Основними джерелами забруднення водних об'єктів є недостатньо очищені стічні води промислових і комунальних підприємств, крупних тваринницьких комплексів; відходи виробництва при розробці рудних копалин, обробці і сплаві лісоматеріалів; скиди водного і залізничного транспорту і ін. Забруднюючі речовини, потрапляючи в природні водні об'єкти, змінюють якісні властивості води, які тягнуть за собою зміну фізичних показників (поява неприємного запаху, присмаку і ін.) та хімічного складу води (зокрема, поява в ній шкідливих речовин). Крім того, зміна характеру середовища, викликана такими забрудненнями, призводить до зміни властивостей його компонентів, що шкідливо впливає на розвиток гідро біоценозу водойм [4].

Ступінь змін і масштаби наслідків залежать від інтенсивності й характеру забруднення, а також від здатності середовища (екосистеми) до самоочищення та стійкості проти зовнішніх впливів. Розробка заходів попередження забруднення навколишнього середовища і водних об'єктів, зокрема, – одна з основних ланок у справі охорони природи.

Зважаючи на те, що основне навантаження на водні об'єкти здійснюють промислові, хімічно-переробні та сільськогосподарські сфери підприємницької діяльності, то екологічна безпека водних об'єктів лежить, в першу чергу, на плечах верхівки влади. Тобто, вирішити таке масштабне і вкрай важливе питання можна тільки на законодавчому рівні.

Заборона скиду в ріки і водойми неочищених стічних вод або збільшення контролю за ГДК забруднюючих речовин у таких водах, збільшення штрафних санкцій у випадку порушення введених норм. Здійснювати контроль за вибором видів, норм, термінів та методів внесення отрутохімікатів і добрив, обробкою зерна і посівів ядохімікатами.

Керуючись чинним законодавством терміново необхідно розпочати виділення земель водного фонду і здійснювати в їх межах відповідну водоохоронну діяльність. Прибережні захисні смуги річок і водойм стануть надійним захистом від замулення і забруднення.

Враховуючи стан енергопостачання доцільно розпочати реконструкцію і відновлення малих гідроелектростанцій на річках, а також використання перепадів на існуючих гідротехнічних спорудах.

Для забезпечення якісною питною водою населення необхідно впровадити сучасні методи до очистки підземних вод від заліза [5].

І це далеко не повний перелік дій, які повинні в першу чергу бути унормованими, оприлюдненими та суворо контрольованими державною владою в області екології.

Отже, забезпечення екологічної безпеки водних об’єктів, це важлива і нагальна проблема, яка потребує негайного вирішення. Головним способом забезпечення захисту водних об’єктів від забруднення є нормування на законодавчому рівні скиду у водні об’єкти продуктів виробничої діяльності, що містять високі концентрації шкідливих та отруйних речовин.

Висновки. Таким чином, забезпечення екологічної безпеки водних об’єктів – це, фактично, забезпечення населення чистою питною водою, так як водопостачання населених пунктів здійснюється з поверхневих на підземних водних об’єктів. Забруднення тих чи інших вод негативно вплинуть як на якість життя населення, так і на загальний рівень життя громадян. Саме тому забезпечення екологічної безпеки водних об’єктів є основною складовою охорони навколишнього середовища.

Бібліографічний список

1. Стан техногенної та природної безпеки в Україні в 2001 році. – К.: ДП “Чорнобильінтерінформ”, 2002. – 252 с
2. Стан техногенної та природної безпеки в Україні в 2002 році. – К.: ДП “Чорнобильінтерінформ”, 2003. – 292 с
3. **Мягченко О.П.** Основи екології. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 312 с.
4. **Луцько В.С.** Економічні важелі забезпечення екологічної безпеки України. – К.: ДП “Чорнобильінтерінформ”, 2000. – 126 с.
5. **Зарубинский О.** Как улучшить экологическую ситуацию в Украине? / О. Зарубинский, В. Кафарский, С. Шевчук, А. Яцик // Наш край. – 2005. – №1. –С. 2-3

УДК 658.567

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ СОРТУВАННІ ВІДХОДІВ

Маркіна Л.М., канд. техн. наук, доцент, Мороз Н.С., студентка
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Сортування ТПВ є одним із основних направлень в системі поводження з відходами. Адже, за допомогою сепарації зменшується частка депонуючих відходів, що забруднють навколишнє середовище. Також, вилучення ресурсоцінних компонентів та повторне їх використання дозволить значно зекономити енергію та ресурси на вироблення нової продукції.

Якість поділу ТПВ залежить від активності учасників на всіх етапах процесу. Останній передбачає наявність відповідних контейнерів для кожного виду сміття на спеціально відведеному місці та організація окремого їх вивезення. Серед технологічних процесів виділяють грохочення, дроблення, магнітну, електродинамічну сепарації, електросепарацію, аеросепарацію і т.д. Для механізованого вилучення ресурсів з відходів на сортувальних підприємствах найчастіше використовують способи, що наведені в таблиці.

Обладнання механізованого сортування встановлюється на подіумі в спеціальному приміщенні-кабіні, обладнаному припливно-витяжною вентиляцією і знезаражувальним пристроєм відходів, що сепаруються, і це забезпечує безпеку.

Продукти, що виділяються при механізованому сортуванні всієї утворюваної маси ТПВ, характеризуються (за винятком металів) невисокою якістю, внаслідок чого вони збуваються зі складнощами. Саме тому, обов’язковим елементом, будь-якого, сортувального комплексу є ручне сортування. Це спричинено тим, що сучасні технології не здатні обійтись без втручання людини.

Таблиця - Способи вилучення компонентів з ТПВ

Фракції ТПВ	Спосіб вилучення
Чорний метал	електромагнітна сепарація.
Кольоровий метал	витяг за допомогою змінного магнітного поля; дроблення і пневмовібраційна сепарація.
Папір	пневматичний поділ фракцій за швидкістю витання у потоці повітря; осадження тонковолокнистих фракцій.
Текстиль	«сухе» вилучення на циліндричних грохотах з гачками; сепарація за рахунок збереження міцності (на відміну від паперу) при змочуванні і перетиранні.
Синтетична плівка	пневматичний поділ за швидкістю руху у потоці повітря; сепарація за рахунок збереження міцності при змочуванні і перетиранні; електростатична сепарація.
Скло	«мокра» сепарація у циклонах; сепарація в метальнях з відбивною плитою по пружності і балістичних властивостях.
Пластмаса та картон	оптичне відділення пляшок і картонних упаковок.

Основним механізованим пристроєм в процесі сортування є транспортерна стрічка. Робітників повинні забезпечувати щільними гумовими рукавичками для захисту рук, оскільки у відходах можуть бути присутні небезпечні предмети або речовини. Також, робочим може видаватись додаткове обладнання, що не дозволить безпосередньо контактувати з відходами: міні-граблі, ніж-сікач та щипці.

На рисунку 1 зображенний процес ручного сортування.



Рис. 1-Сортування ТПВ

Для обслуговуючого персоналу на постах ручного відбору (пости обладнуються з двох сторін горизонтального сортувального конвеєра), створюються умови підвищеного комфорту. Лінії сортування розміщуються в спеціальних закритих засклених кабінах з місцевим посиленим освітленням, пилоподавленням та кондиціонуванням повітря. Може бути передбачена дезодорація і санітарна обробка робочих приміщень лінії сортування ТПВ, для зниження негативного впливу виробництва.

Через наявність в ТПВ пожежонебезпечних фракцій (макулатура, текстиль, пластик) лінія сортування ТПВ та склад вторсировини повинні забезпечуватись засобами пожежогасіння.

Тому робітники мають дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з цими механізмами і пристроями.

Висновок: Отже, правильно організований процес сортування дозволить виокремити корисні компоненти, забезпечить значне зменшення кількості відходів, що утворюються і знизить негативний вплив ТПВ на середовище.

Використані джерела інформації:

1. Управління та поводження з відходами. Частина 4. Технології переробки твердих побутових відходів: навчальний посібник / Пет- рук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В. – Вінниця: ВНТУ, 2013.– 234 с.

2.*[Електронний ресурс]. – Режим доступу:* http://house-mastar.com.ua/ua/ recycle/recycle_sort.html

3. MetalSpace. Твердые бытовые отходы. Процессы сепарации твердых бытовых отходов. [*Електронний ресурс*]. – Режим доступу: http://metalspace.ru/ education-career/osnovy-metallurgii/tbo/927-protsessyseparatsii-tbo.html

4. Закон України «Про охорону праці». – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/ laws/show/2694-12

UDK 502.17:323.1-049.5 (477)

UKRAINE'S ECOLOGICAL SAFETY IS A COMPONENT OF NATIONAL SECURITY

Valevskaya Liudmyla, Ovsyannikova L.K.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Department of grain storage technology
Odessa National Academy of Food Technologies

Ukraine is one of the largest in terms of territory, population size and economic potential of European states. On the territory of Ukraine, huge natural resources are concentrated, however, the lack of conceptual approaches to ensuring both national security in general and environmental safety in particular negatively affected the level of preservation and increase of natural resources and wealth of our country. Ukraine is one of the largest in terms of territory, population size and economic potential of European states. As of 2005, the population of Ukraine was 48 million. On the territory of Ukraine, huge natural resources are concentrated, however, the lack of conceptual approaches to ensuring both national security in general and environmental safety in particular negatively affected the level of preservation and increase of natural resources and wealth of our country.

Negative consequences of the accident at the Chernobyl AEC, catastrophic pollution of air, water and soil, excessive concentration of industry in certain regions, inefficient use of natural resources, demographic crisis – even this, far from being a complete list of negative factors, created a real threat to the national security of Ukraine in the environmental sphere.

Therefore, the problem of ensuring national security in the environmental sphere has become unprecedented in our country. To solve it, it is necessary to develop the scientific principles of ecological safety of Ukraine, the methodology of ensuring its implementation.

Environmental safety is an integral component of national security. Its content is to ensure the progressive development of the vital interests of man, society, environment and the state through the management of real or potential threats and dangers that are the result of the functioning of anthropogenic, natural and man-made systems.

Environmental safety is an integral part of national security, the process of managing the national security system, in which state and non-state institutions provide ecological balance and guarantee the protection of the habitat of the population of the country and the biosphere as a whole, the atmosphere, hydrosphere, lithosphere and the cosmos, the species composition of the animal and plant world, natural resources, preservation of health and life of people and exclude the remote consequences of this influence for present and future generations.

Environmental security can be considered in the global, regional, local, and conventionally point boundaries, including within the states and any of their divisions. In fact, it characterizes geosystems (ecosystems) of a different hierarchical rank – from biogeocoenoses to the biosphere as a whole.

Objects of ecological safety are all that is of vital importance to security subjects: the spiritual needs, values and interests of the individual, society and state, natural resources and the environment as the material basis of state and social development.

Subjects of ecological safety are an individual, a society, a biosphere, a state.

Basic environmental safety criteria:

– Individual (medical or sanitary-hygienic) – designed to limit the impact of negative factors on a person;

– genetic – are intended to preserve the gene pool and limit the increase in the frequency of genetic diseases in the first and / or subsequent generations;

– social – are intended to limit the effect of a dangerous factor on groups of individuals;

– psychological – reflect the degree of perception / non-acceptance by the society or group of individuals of the level of anthropogenic or natural-technical risk;

– economic – are intended to ensure balanced long-term economic development;

– technical – designed to limit the occurrence of accidents and disasters;

– biological – designed to preserve biotic diversity;

– ecological – designed to limit the negative impact of environmental processes in order to preserve the structural stability of ecosystems;

– landscape and geographical – criteria that limit the negative environmental impact on catchment basins, soils and other geographical elements;

– resources – designed to restrict and regulate the intensity of the use of renewable and non-renewable natural resources;

– political and informational – provide for awareness and participation of the public in the decision-making process on potentially hazardous technologies, access to any information on these technologies;

– moral and legal – are called to form new moral categories and values related to the understanding of the need for the further existence of civilization.

Referens:

1. **Petruk V.G., Klumenko M.O., Mudrak O.V.** Vstup do fahu. Pidruchnuk dlya studentiv. Vinnitsa. 2011: 203.

УДК 629.12.03

ВЛИЯНИЯ ПОРИСТОСТИ И СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ НА ШУМНОСТЬ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Мозговой А.М., Шевцов А.П.,
НУК имени адмирала Макарова

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Главные и вспомогательные энергетические установки являются основными источниками шума на судах. Уровни интенсивности шума ряда судовых помещений превышают допустимые значения и требуют их снижения. Одним из эффективных направлений снижения шума и звуковой вибрации является применение способов их изоляции и поглощения. Реализация процессов звукоизоляция и звукопоглощение требует сочетание конструктивных свойств твердости и инерционности с одной стороны и пористости с адаптацией с другой.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. На основнии результатов последних исследований для конструирования шумо- и виброзащиты предложена концепция каскадной системы с композитными материалами. В тоже время результаты исследования свойств известных композиционных материалов зависят не только от свойств исходных материалов, но и от пористости и структуры конечного продукта.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Повышение эффективности снижения интенсивности шума судовых энергетических установок до допустимых значений в различных судовых помещений возможно на основе формирования рациональных показателей пористости и структуры композитных материалов. Формирование этих рациональных показателей возможно путем обобщения имеющихся результатов экспериментальных данных в виде функциональной зависимости интенсивности звука от пористости и структуры композитных материалов.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования является повышение эффективности снижения интенсивности шума судовых энергетических установок до допустимых значений с учетом различных начальных условий.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи исследования:

- на основе теоретических положений акустики разработать метод обобщения свойств композитных материалов различной пористости и структуры;
- на основе анализа ранее полученных результатов экспериментальных данных свойств композитных материалов получить функциональные зависимости интенсивности звуков от пористости и структуры композитных материалов;
- на основе синтеза разработать рекомендации по снижению воздушного и структурного шумов судовых энергетических установок, передачи воздушного шума через конструктивные элементы корпуса судна и воздушные каналы в окружающую среду.

Метод исследования аналитический и статистический анализы.

Основные результаты исследования. На основании закономерностей волновой теории распространения звука в пористых средах показано, что градиент звукового давления определяется их геометрическими показателями и пористостью. Для конструкционных материалов технологическое отклонение пористости может быть учтено коэффициентом структуры, который определяется для каждого из материалов. По результатам экспериментальных исследований материалов IZOVER, ROCWOOL, Пеностекло и Синтаксичное пеностекло определены значения коэффициентов акустической проницаемости и структуры в зависимости от пористости.

На основании этих зависимостей предложены варианты по снижению воздушного и структурного шумов судовых энергетических установок, передачи воздушного шума через конструктивные элементы корпуса судна и воздушные каналы в окружающую среду путем реализации многокаскадной системы с существующими композитными материалами или с композитными материалами, которые имеют более рациональные показатели, но требуют изготовления.

Литература.

1. **Мозговий А.М., Мозговий М.Г.** Математическое моделирование двухкаскадных систем виброизоляции типовых судовых механизмов Збірник наукових праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2007. - № 6 (417). - 192 с

УДК 502/504

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЧИСТОТИ ВИРОБНИЦТВА МЕДИЧНИХ ЗАСОБІВ.

Благодатний В.В., доцент, канд. техн. наук; Магась Н.І., старший викладач, Демченко А.В., Ігнатов С. Д., студенти
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Постійне вдосконалення технологій виготовлення медичних препаратів та засобів супроводжується застосуванням значної кількості синтетичних компонентів, які нерідко становлять суттєву загрозу навколишньому середовищу. У результаті збільшується як кількість викидів шкідливих речовин в атмосферу, забруднених стічних вод і твердих відходів підприємств, так і номенклатура забруднюючих речовин , що входять до їхнього складу. Тому аналіз негативного впливу виробництва фармацевтичної продукції на стан атмосфери , гідросфери та літосфери повинні мати системний характер , базуватися на сучасних методах досліджень та слугувати базою для розробки заходів із підвищення його екологічної чистоти .

З метою визначення раціональних природоохоронних засобів проведено дослідження кількісного та якісного складу і характеристик різних видів відхідних газів і стічних вод та відходів даної галузі. Встановлено, що у процесі функціонування виробництва до навколишнього середовища потрапляє значна кількість забруднюючих речовин, зокрема, завислі речовини, оксиди азоту та вуглецю, сульфати, фосфати, синтетичні поверхнево активні речовини, нітрати, нафтопродукти, амонійні з'єднання , іони заліза, хрому, міді цину, алюмінію тощо.

Запропоновано використовувати у якості апаратів з очищення викидів від забруднюючих речовин промисловий фільтр повітря рукавного типу з безперервним видаленням дрібно- та грубодисперсного сухого пилу. На основі структурного аналізу технологічних схем сучасних установок очищення повітря «чистих приміщень» розроблено трьохступеневу систему очищення припливного повітря , перший ступінь якого складає волокнистий фільтр, другий − кишеньковий фільтр, а для глибокого очищення повітря використовується суміщений з повітророзподільником фільтр типу ULPA. Така схема який може забезпечує як необхідний рівень якості повітря «чистих приміщень», так і відповідність кінцевих характеристик відхідних газів нормативним показникам.

Для спалювання твердих відходів запропоновано встановити установку роторного типу , що характеризується високою продуктивністю, низькими витратами палива, невисокою температурою викидів газу у повітря, обслуговується невеликою кількістю людей. Для очищення відхідних газів роторної установки розроблена двохступінчаста схема, першим ступенем є циклон, а другим – пінний скрубер.

Розроблено систему очищення зливових вод фармацевтичних підприємств, що складається з відстійника , коалесцентного сепаратора та установки мембранного доочищення, до складу якої, крім власне мембранних модулів входять вузли хімічної промивки, дозування біоциду та коригування pH . Дана установка характеризується високою ефективністю видалення шкідливих речовин , має задовільні показники жорсткості та надійності конструкції, мінімальні габарити, зручна у монтажі та обслуговуванні. Крім того, концентрат, що утворюються в при мембранному очищенні, після попередньої обробки у якості сировини повертається у виробництво..

Впровадження запропонованих технологій переробки рідких, твердих та газоподібних відходів дозволяє знизити рівень забруднення довкілля до значень, нижчих від гранично допустимих.

УДК 502/504

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАСТИЛ.

Благодатний В.В., доцент, канд. техн. Статовський І.В., Галькевич О.С. студенти
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Проблему використання відпрацьованих нафтопродуктів на сьогодні не можна вважати вирішеною. Зокрема, обсяг утворення відпрацьованих технічних мастил в Україні складає близько 400 тисяч тонн і спостерігається стійка тенденція до його зростання. приблизно на 5-10% на рік . У той же час існуючих потужностей з їх регенерації та утилізації не вистачає для повної переробки.

Тому в існуючих умовах перспективними є технологічні схеми спалювання нафтовмісних відходів з метою отримання енергії для випалу клінкеру в цементному виробництві. На основі аналізу існуючих технологій та складу викидів шкідливих речовин у атмосферу розроблено раціональну систему спалювання відходів на підприємстві , яка буде забезпечувати процес випалу цементу саме альтернативним паливом .Запропонована схема забезпечує ефективне отримання альтернативного палива на підприємстві , що

дозволяє зробити процес виробництва цементу дешевшим та мінімізувати втрати фізичних і хімічних властивостей кінцевого продукту цементного виробництва.

Втім, головним напрямком залишається регенерація відпрацьованих мастил. Існуючі технологічні процеси їх утилізації шляхом змішування з пальним та спалювання. спричиняють викиди в атмосферне повітря продуктів горіння мастил та осадженням їх на землю ,тобто завдають ще більшої шкоди навколишньому середовищу. З метою підвищення екологічної чистоти процесу оброблення, знешкодження, утилізації та видалення відпрацьованих мінеральних мастил запропоновано застосування двохстадійного процесу очищення. Перша стадія полягає у гравітаційному розділенні фаз без застосування хімічних речовин у вертикальних циліндричних ємностях (оброблення) , а друга −у очищенні коагуляційно-гравітаційним методом з використанням хімічних коагулянтів (знешкодження).

Проведено аналіз впливу запропонованого методу регенерації на довкілля. За результатами розрахунків розсіювання виявлено, що на межі санітарно – захисної зони концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично допустимих. Відходи, що відносяться до категорії небезпечних (шлами, забруднені оливами одяг, взуття, папір, пісок тощо) у кількості до 100 т/рік мають тимчасово зберігатися на території підприємства на спеціально обладнаних майданчиках у герметично закритих металевих контейнерах, а потім, з накопиченням, видалятися на утилізацію відповідними підприємствами. Скиди стічних вод з території, де здійснюється господарська діяльність підприємства, містять нафтопродукти, які потрапляють на поверхню внаслідок проливів при перевантаженні та становлять значну екологічну небезпеку при потраплянні до водних об’єктів.

Для очищення стічних дощових вод, які стікають з території підприємства, пропонується встановлення сепаратора нафтопродуктів, куди спрямовуватимуться зливові стоки. З метою зменшення викидів парів нафтопродуктів на території підприємства розроблена система абсорбційного очищення вентиляційних викидів підприємства. Для захисту від попадання полум'я та іскор газовідвідні труби ємностей обладнані суміщеним механічними дихальним клапанами із вогневими запобіжниками.

Порівняльна оцінка впливів розглянутих способів утилізації відпрацьованих мастил показала, що при виборі методу визначальним фактором є структура економіки регіону. Доцільність облаштування підприємств з регенерації визначається обсягами таких відходів та відстанями до місця переробки. За наявності цементного заводу спалювання нафтовмісних відходів є ефективнішим.

Секція. 7.
БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

УДК 629.5.01

ЛЕДОКОЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Зайцев В.В., Зайцев Вал. В., Зайцев Д.В., Лукашова В.В., Зайцева О.Н.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николев

Несмотря на то, что ледоколы являются универсальным средством, имеется ряд задач, которые можно успешно решать другими технологиями. Одним из них являются несамоходные ледокольные платформы на воздушной подушке (ЛПВП) и самоходные ледокольно-транспортные суда на воздушной подушке (СВПА) ЛПВП имеют низкие энергетические затраты при разрушении льда и небольшую строительную стоимость и эксплуатационные затраты. Они могут работать в счале с буксирными и транспортными судами, небольшими ледоколами, разрушая ледяной покров толщиной до 1,5 м со скоростью до 10…12 км/ч. ЛПВП могут использоваться для прокладки ледовых каналов, околки судов, разрушения льда в акваториях заводов, портов, для вывода судов из ледового плена.

Ледокольно-транспортные СВПА – это многоцелевые суда на воздушной подушке, которые предназначены для транспортировки грузов и пассажиров по поверхности льда при низких температурах воздуха, преодоления ледовых торосов и снежных заносов а также для разрушения льда.

Отличительной особенностью ледокольно-транспортных СВПА от обычных транспортных СВПА является способность их подъемного комплекса (воздушные нагнетатели, воздушная подушка и гибкое ограждение воздушной подушки) обеспечивать различные давления воздуха в воздушной подушке судна: для движения с большой скоростью над поверхностью льда (40…50 узлов) и относительно небольшом перепаде давлений в воздушной подушке и окружающей среды (на 15…20%) и большим расходом воздуха; для движения с малой скоростью (5..6 узлов) при большом перепаде давлений (зависит от толщины разрушаемого льда) и небольшим расходом воздуха.

Разрушение льда с помощью ледокольных СВП происходит следующим способом.

При действии на сплошной ледяной покров нормальных усилий его равновесие достигается за счет сил упругости и плавучести. Если компенсировать силы поддержания, действующие со стороны жидкости, то равновесие ледяного покрова, находящегося под действием сил тяжести, будет обеспечиваться только за счет сил упругости (рис.1.).

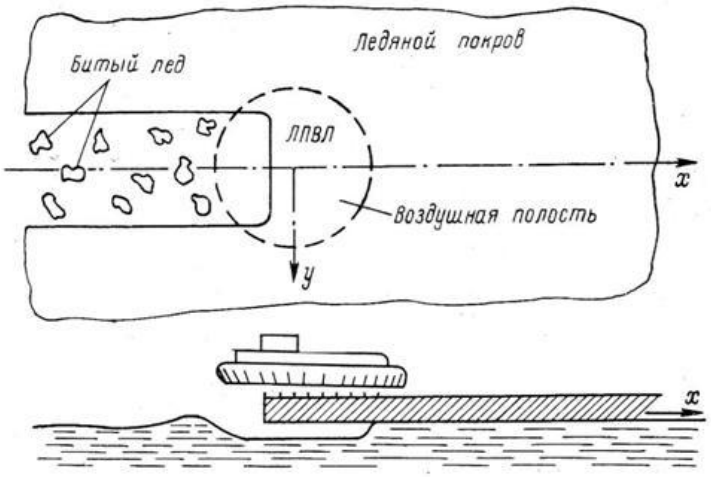


Рис.1. Схема разрушения льда [1]

Это происходит тогда, когда ледокольный СВП надвигается на кромку ледяного покрова. При этом в воде образуется впадина. Если глубина этой впадины больше толщины льда, то она захватывает и часть пространства подо льдом, образуя воздушную полость. Эта полость и устраняет силы плавучести ледяного

покрова, который консольно зависает на некотором участке. При определенных размерах в плане области воздушной полости ледяной покров начнет самопроизвольно разрушаться под действием собственных сил тяжести.

Для этого движение ледокольного СВП должно начинаться с участка чистой воды или во льду должно быть хотя бы отверстие для образования воздушной полости. Реализация такого способа разрушения льда производится с помощью ледокольных СВП, либо ледокольных приставок на воздушной подушке (ЛПВП) Таким образом, для разрушения льда не надо прикладывать усилий со стороны корпуса судна, а необходимо только создать такое давление, которое приведет к образованию воздушной полости подо льдом.

При надвижении ледокольного судна на воздушной подушке амфибийного типа (ЛСВПА) на ледяной покров воздушная полость заходит под лед и распространяется под ним. Эта полость устраняет реакцию упругого основания (воды) и равновесие ледяного покрова достигается лишь силами упругости. Считается, что воздух из воздушной подушки ЛСВПА при его надвижении на кромку льда начинает распространяться под ним в виде полости.

В докладе на базе исследований [1 – 3] приводятся зависимости для определения давления в воздушной подушке, необходимое для разрушения ледяного покрова заданной толщины. Наше исследование показало, что существует возможность оптимизации при определении основных параметров ледокольных СВПА и ледокольных платформ на воздушной подушке.

Оптимальные главные размерения ледокольных платформ предлагается определять по критерию минимальной потребляемой мощности. В качестве примера, в соответствии с описанным алгоритмом выполнен оптимизационный расчет для толщины ломаемого льда $h_л = 0{,}25$ м. Рассматривался диапазон длин воздушной подушки 5…14 м. Эффективный зазор между нижней кромкой гибкого ограждения и опорной поверхностью, $h_э$, принят равным $h_{э1} = 0{,}010$ м и $h_{э2} = 0{,}008$ м. Результаты расчета мощности $N_П$, кВт, для указанных исходных данных показаны на рис. 2.

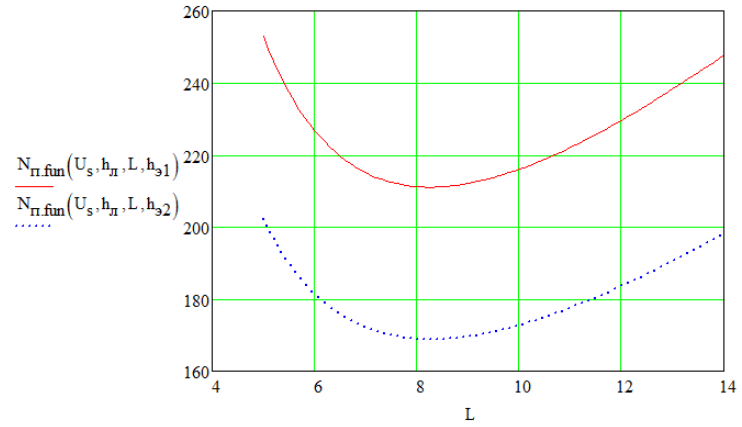


Рис. 2 – Зависимость мощности нагнетателей от длины воздушной подушки

Давление в воздушной подушке, которое нужно создать для разрушения льда изменяется в соответствии с зависимостью, показанной на рис.3.

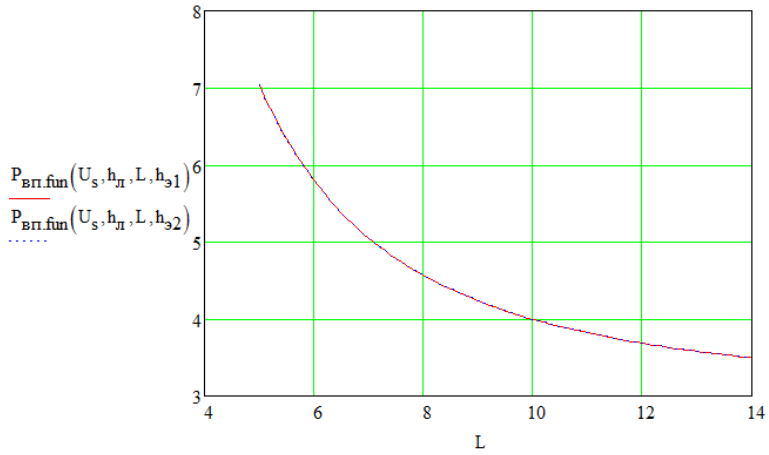


Рис. 3 – Зависимость давления в ВП от длины воздушной подушки

Согласно этим расчетам получена оптимальная длина воздушной подушки равная $L_{опт} = 8{,}26$ м.

Спроектированная ЛПВП для этих заданных условий эксплуатации выглядит так, как показано на рис. 4 и 5.



Рис.4. Ледокольная приставка на воздушной подушке ЛПВП (общий вид)

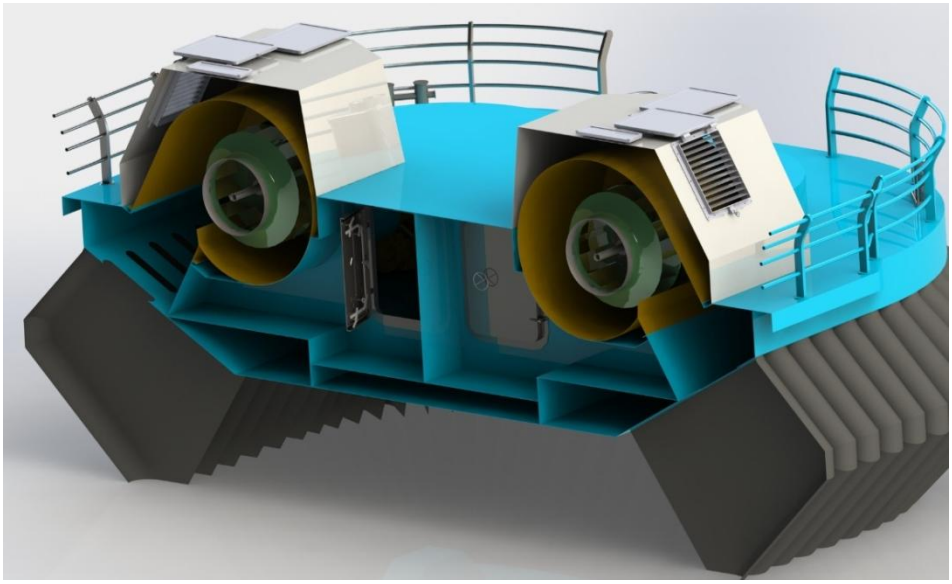


Рис.5. Подъемный комплекс ледокольной приставки

Описанный выше алгоритм для $\frac{L_{ВП}}{B_{ВП}} = 1$ позволил определить зависимость оптимальной длины воздушной подушки от толщины ломаемого льда и зависимость минимальной необходимой мощности подъемного комплекса от толщины ломаемого льда.

Аналогично определены оптимальные давления в ВП в зависимости от толщины ломаемого льда.

ВЫВОДЫ

Описанный алгоритм позволяет проектировать такие ледокольные платформы на ВП, которые будут эксплуатироваться с минимальными энергетическими затратами, а следовательно, будут обладать наилучшими эксплуатационными экономическими характеристиками.

С увеличением длины и ширины ВП минимально необходимое давление в ВП уменьшается, но только до определенных размеров это уменьшение приводит к уменьшению энергетических затрат на разрушение

льда. Такая особенность связана с увеличением периметра ВП и соответственно с увеличением необходимого для поддержания ВП расхода воздуха.

С увеличением толщины ломаемого льда увеличиваются оптимальные размеры ВП, давление в ВП и мощность, необходимая на создание ВП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Козин, В. М.** Резонансный метод разрушения ледяного покрова. Изобретения и эксперименты [Текст] / В. М. Козин. – М.: Академия Естествознания, 2007.
2. **Зуев В.А.** Новые технологии разрушения ледяного покрова и продления навигации судами на воздушной подушке [Текст] / В.А. Зуев//Вопросы морской ледотехники: Тр. ЦНИИ им. Акад. А.Н. Крылова.-2007.-Вып.34/318 с.78-9.
3. **Ларин, А.Г.** Оценка напряженно-деформированного состояния ледяного покрова при движении над ним ледокольных платформ на воздушной подушке[Текст] / А.Г. Ларин, Ю.А. Москвичева. Современные проблемы науки и образования, 2015.

УДК 629.5.035.5

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МУЛЬТИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

Король Ю.М., Дудченко О.М., Корнелюк О.М.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова м. Миколаїв

Технология 3D моделирования, реализованная в современных CAD, CAE и CAM системах, прочно вошла в практику проектирования и изготовления сложных объектов новой техники, в том числе, и судовых гребных винтов.

Совокупность проектных параметров, определяющих геометрические характеристики гребных винтов, можно разделить на две группы – общие и лопастные. К общим относят следующие параметры: D – диметр; P – шаг; D_H – диаметр ступицы; t_0 – условная толщина лопасти на оси; A_E – площадь, ограниченная контуром спрямленной лопасти; $rake$ – смещение профиля лопасти вдоль оси вращения; z_p – количество лопастей; d_r – направление вращения. Не останавливаясь на детальных определениях этих общеизвестных величин отметим, что чаще всего используются безразмерные относительные параметры, а именно: P/D – шаговое отношение; D_H/D – относительный диаметр ступицы; t_0/D – относительная толщина лопасти на оси и $\vartheta = (4z_p A_E)/(\pi D^2)$ – дисковое отношение.

Лопастные параметры более детально характеризуют форму лопасти винта и их, в свою очередь, также можно разделить на две группы. К первой группе относятся параметры, определяющие форму контура лопасти и характеристики винтовой поверхности. А именно: $\overline{s}_L(\overline{r})$ – закон изменения безразмерной ординаты средней линии спрямленной лопасти вдоль радиуса; $\overline{c}_b(\overline{r})$ – закон изменения безразмерной длины хорды профиля вдоль радиуса; $\overline{P}_d(\overline{r})$ – закон изменения шагового отношения вдоль радиуса лопасти, а $s_L(r) = c_{bm}\overline{s}_L(\overline{r})$, $c_b(r) = c_{bm}\overline{c}_b(\overline{r})$, $\frac{P}{D}(r) = \frac{P_c}{D}\overline{P}_d(\overline{r})$, $\overline{r} = \frac{2r}{D}$, r – текущий радиус, c_{bm} – максимальная ширина (длина хорды) лопасти, $\frac{P_c}{D}$ – конструктивное шаговое отношение. Ко второй группе относятся параметры, определяющие форму профиля лопасти. Количество, сущность и значения этих параметров зависят от типа профиля. Например, для 4-х цифрового профиля NACA имеем 3 параметра: $\overline{y}_{cm}$ – максимальное отклонение средней линии от хорды, $\overline{x}_{cm}$ – положение места максимального отклонения средней линии, $\overline{t}_m$ – толщина профиля (все параметры в долях от хорды профиля c_b). В отличие от стандартных, параметры профилей для гребных винтов могут принимать не только фиксированные, но и

произвольные значения. Эти значения могут быть как постоянными, так и переменными вдоль радиуса лопасти. Тогда к уже перечисленным необходимо добавить следующие зависимости: $\bar{y}_{cm}(\bar{r})$, $\bar{x}_{cm}(\bar{r})$, $\bar{t}_m(\bar{r})$, $\bar{x}_{tm}(\bar{r})$ и/или другие, характерные для профилей NACA, ЦАГИ, Gö и пр. Форма профиля лопасти полностью определяется зависимостями $\bar{y}_{cl}(\bar{\xi})$ – ординат безразмерной средней линии профиля и $\bar{y}_{th}(\bar{\xi})$ – ординат безразмерной толщины профиля от $\bar{\xi}$ – безразмерной абсциссы точек профиля. Безразмерные ординаты верхней и нижней частей профиля определяются зависимостью $\bar{y}^{\pm}(\bar{\xi}) = \bar{y}_{cl}(\bar{\xi}) \pm 0{,}5 \cdot \bar{y}_{th}(\bar{\xi})$. В свою очередь, $\bar{y}_{cl}(\bar{\xi})$ и $\bar{y}_{th}(\bar{\xi})$ для каждого типа профиля определяются рядом фиксированных или зависящих от радиуса параметров. Кроме того, сам профиль располагается на поверхности секущего лопасть винта цилиндра радиуса r таким образом, что базовая линия профиля наклонена к плоскости вращения под шаговым углом $\nu(r)$ и смещена вдоль оси на величину $rake(r)$.

Очевидно, что большое количество параметров и сложность формы лопасти исключает эффективное построение 3D моделей в “ручном” режиме явились причиной разработки мульти параметрического генератора гребных винтов GSP3D для CAD системы SolidWorks.

Программа GSP3D осуществляет ввод общих проектных данных по создаваемому гребному винту, а также, в зависимости от выбранных лопастных характеристик, коэффициенты аппроксимации или сплайн интерполяции для описанных выше функциональных параметров. Программа APROXIMATOR по задаваемому массиву значений аппроксимируемой функции и ее аргумента генерирует текстовые файлы со значениями коэффициентов аппроксимации или сплайн интерполяции. Качество аппроксимации контролируется программой ADVANCED GRAPHER. Результатом работы программы GSP3D являются файлы, содержащие 2D и 3D координаты точек профилей и контуров лопасти в формате кривых SolidWorks. На рис. 1 приведен пример таких кривых, а на рис. 2– 3D модель гребного винта.

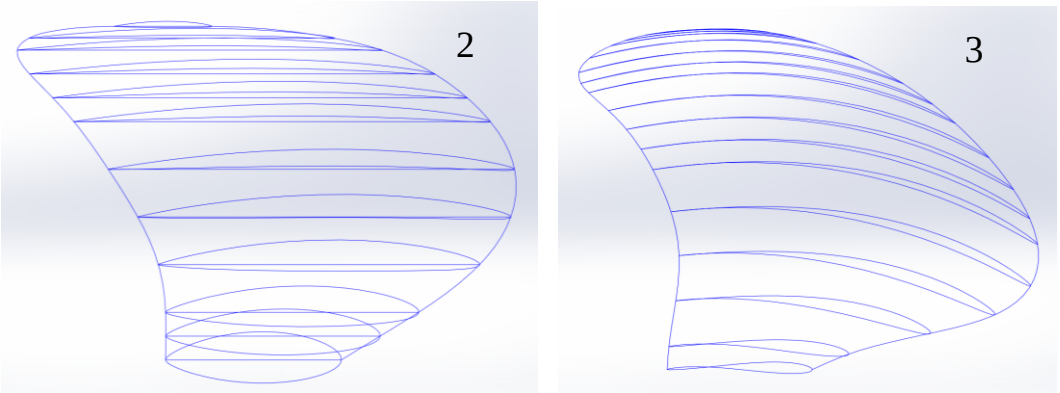


Рисунок 1 - 2D и 3D профильные и контурные кривые лопасти гребного винта

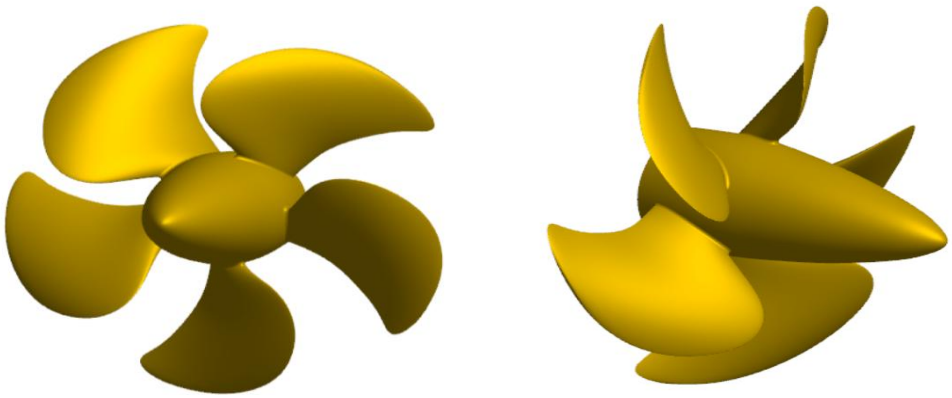


Рисунок 2 - 3D модель гребного винта

Выводы. При помощи авторской программы GSP3D трудоемкий процесс построения качественной 3D модели гребного винта осуществляется достаточно быстро при помощи стандартных действий в CAD

SolidWorks. Подготовка данных по коэффициентам аппроксимации или сплайн интерполяции функциональных параметров лопасти является творческим процессом, однако весьма результативным, поскольку позволяет генерировать 3D модели не только серийных, но и гребных винтов произвольной конфигурации. Оценка эффективности созданного таким образом гребного винта осуществляется при помощи CFD моделирования, что открывает новые возможности для совершенствования существующих или создания новых серий гребных винтов. Кроме того, CAM модуль SolidWorks позволяет существенно снизить трудоемкость изготовления гребных винтов и гарантировать их высокое качество.

УДК 629.12.011.001.24

ОБ ИСХОДНЫХ ПРЕДПОСЫЛКАХ РАСЧЁТА ВЕРОЯТНОСТИ ОПРОКИДЫВАНИЯ СУДНА

Соломенцев Олег Иванович.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Рассмотрим исходные предпосылки для определения вероятности опрокидывания судна. В исследованиях автора для этой цели использован подход, который носит название статистического определения вероятностей [2] или схемы случаев [1]. Стационарный ветроволновой режим может быть задан средней скоростью ветра $\bar{u}_B$, высотой волны 3%-обеспеченности h_3 и средним периодом волнения τ_c, причём области определения указанных величин задаются в виде $0 \le \bar{u}_B < +\infty,\ 0 \le h_3 < +\infty,\ 0 \le \tau_c < +\infty.$. Пусть, далее, $q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ есть долгосрочная плотность вероятности указанных величин, так что $\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} q(x,y,z)dxdydz = 1$. Тогда в соответствии со статистическим определением вероятности для полной вероятности опрокидывания приходим к соотношению из работы [6], которое аналогично известной из строительной механики корабля зависимости для нахождения по полновероятностной схеме внешних волновых нагрузок:

$$Q_O = \int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} P_O(\bar{u}_B,\ h_3, \tau_c) q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) d\bar{u}_B dh_3 d\tau_c . \qquad (1)$$

где $P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ - вероятность опрокидывания на стационарном ветроволновом режиме, пробегающая все значения от 0 до 1, эту величину можно найти в соответствии с работой [5].

Однако, по мнению В.А. Некрасова [4], этот подход является ошибочным, и пользоваться следует решением задачи о попадании многомерной точки со случайными координатами в заданную неслучайную область, [1].

Рассмотрим общий случай такой задачи. Пусть $\bar{X},\ \{\bar{X}\} = x_n,\ n \in N$ есть *N*-мерный случайный вектор, $\forall x_n \in \bar{X}:\ 0 \le x_n < +\infty$, а компоненты этого случайного вектора заданы совместной плотностью вероятности $q_x(x_1,\ x_2,..,x_N)$, так что $\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}....\int_0^{+\infty} q_x(x_1,\ x_2,....,x_N)dx_1dx_2...dx_N = 1$. Пусть, далее, в *N*-мерном евклидовом пространстве неслучайным образом задана область D_0. Тогда вероятность Q_X случайного события, состоящего в том, что все компоненты случайного вектора $\bar{X}$ находятся внутри области D_0, определится в виде, [1]:

$$Q_X = Q_X(\bar{X} \in D_0) = \int_{(D_0)}....\int q_x(x_1,\ x_2,....,x_N)dx_1dx_2...dx_N . \qquad (2)$$

В частном случае задачи о вероятности опрокидывания судна имеем *N*=3, $x_1 = \bar{u}_B,\ x_2 = h_3$ и $x_3 = \tau_c$, а $q_x(x_1,x_2,x_3) = q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$, так что, если D_0 есть такая область в пространстве $\bar{u}_B$ - h_3 - τ_c, в

которой с единичной вероятностью опрокидывания не происходит, то вероятность отсутствия опрокидывания $\overline{Q}_O = 1 - Q_O$ найдётся как

$$\overline{Q}_O = \int\limits_{(D_0)} \int\limits \int q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c \,, \qquad (3)$$

где $q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ есть долгосрочная плотность вероятности средней скорости ветра $\overline{u}_B$, высоты волны 3%-обеспеченности h_3 и среднего периода волнения τ_c.

В таком виде эта формула содержится в работе [3]. Наряду с этим для величины $\overline{Q}_O$ с учётом области определения переменных интегрирования возможна и запись вида $\overline{Q}_O = \int\limits_0^{(D)} \int\limits_0 \int\limits_0 q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c$, если под D понимать не всю область D_0, а только границу этой области в пространстве погодных условий $\overline{u}_B$ - h_3 - τ_c. Соответственно для вероятности опрокидывания $Q_O = 1 - \overline{Q}_O$ допустимой является и запись $Q_O = \int\limits_{(D)}^{+\infty+\infty+\infty} \int\limits \int q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c$. Этого варианта и придерживался автор, [6].

Тогда для решения вопроса о корректности применения в рассматриваемой задаче одного или же второго подходов логично рассмотреть, как эти подходы соотносятся между собой. Так, пусть $P_X(\overline{X}_0)$ есть условная вероятность события, состоящего в том, что при условии, что все значения компонент вектора зафиксированы и $\overline{X} = \overline{X}_0$, имеем $\overline{X}_0 \in D_0$. Пусть, далее все компоненты вектора $\overline{X}$, $\{\overline{X}\} = x_n$, $n \in N$ пробегают все значения из области определения от 0 до бесконечности, и для каждого случая находится условная вероятность $P_X(\overline{X})$, $\{\overline{X}\} = x_n$, $n \in N$.

Тогда по аналогии с формулой (1), принимая во внимание, что $\forall x_n \in \overline{X}: \; 0 \le x_n < +\infty$, для вероятности Q_X можно также – наряду с формулой (2), для общего случая записать:

$$Q_X = \int\limits_0^{+\infty+\infty} \int\limits \ldots \int\limits_0^{+\infty} P_X(x_1, x_2, .., x_N) q_x(x_1, x_2, \ldots, x_N) dx_1 dx_2 \ldots dx_N. \qquad (4)$$

В частном случае, при рассмотрении задачи об опрокидывании судна, когда N=3, $x_1 = \overline{u}_B$, $x_2 = h_3$ и $x_3 = \tau_c$, а $q_x(x_1, x_2, x_3) = q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$, формула (4) переходит в формулу (1). В общем же случае формула (2) оказывается частным случаем формулы (4). Так, формула (4) переходит в формулу (2), если в соотношении (4) в процессе интегрирования, когда компоненты вектора $\overline{X}$ пробегают все значения из своей области определения, принять, что для всех текущих значений $\overline{X}_0 \in \overline{X}$ имеем $P_X(\overline{X}_0) = 1$, если $\forall \overline{X}_0 \in \overline{X}: \; \overline{X}_0 \in D_0$, и $P_X(\overline{X}_0) = 0$, если $\forall \overline{X}_0 \in \overline{X}: \; \overline{X}_0 \notin D_0$.

Условия перехода формулы (4) в формулу (2) можно пояснить ещё и так. В формуле (2) интегрирование распространяется только на область D_0. Практически при численном определении интеграла в соотношении (2) это означает, что для каждого текущего узла интерполяции $\overline{X}_0 \in \overline{X}$ подынтегральная функция будет равна $q(\overline{X}_0)$, если $\overline{X}_0 \in D_0$, и равна 0 в противоположном случае. А при численном вычислении интеграла (4) для каждого текущего узла интерполяции $\overline{X}_0 \in \overline{X}$ подынтегральная функция всегда будет равна $P_O(\overline{X}_0) q(\overline{X}_0)$. И если ввести дополнительное условие вида $P_O(\overline{X}_0) = 1$ при $\overline{X}_0 \in D_0$ и $P_O(\overline{X}_0) = 0$ при $\overline{X}_0 \notin D_0$, то формула (4) перейдёт в формулу (2). Таким образом, формула (2) и оказывается частным случаем формулы (4).

Аналогично, если перейти от общего случая расчёта вероятности отказа (формулы (2) и (4)) к расчёту вероятности опрокидывания (это формулы (1) и (3)), то формула (3) будет представлять собой частный случай более общей формулы (1).

В то же время следует отметить такое обстоятельство. Для применения статистического определения вероятности необходимо, чтобы существовала хотя бы принципиальная возможность провести серию экспериментов (модельных или компьютерных), когда в части экспериментов исследуемое случайное событие происходит, а в части – нет. Затем, разделив количество тех экспериментов, в которых случайное событие произошло, на общее количество экспериментов, можно найти частоту наступления случайного события, которая приближённо отождествляется с его вероятностью.

Однако имеется и такой круг задач, в которых, с одной стороны, поставить такие эксперименты невозможно. С другой стороны, в этих задачах оказывается возможным неслучайным образом разделить пространство параметров, от которых зависит наступление случайного события или его отсутствие, на два подпространства (две области), в одном из которых событие гарантированно происходит, а в другом - гарантированно не происходит. В этом случае единственным способом определения вероятности оказывается интегрирование по области, [1], с. 183-184.

В то же время в задаче об опрокидывании судна никаких препятствий для постановки указанных выше экспериментов нет. Такие эксперименты неоднократно ставились, и по ним есть обширная библиография (Д.М. Ананьев, К.К. Федяевский, Ю.Л. Маков, Арндт, Роден, Де Кат, Мак-Таггарт и другие авторы). А то обстоятельство, что в работах В.А. Некрасова, Ю.И. Нечаева, Робертса. Фальцарано и других авторов процесс бортовой качки и опрокидывания судна рассматривается как диффузионный марковский процесс, нисколько – вопреки мнению В.А. Некрасова [4] - не противоречит возможности применения схемы случаев (статистического определения вероятности) в задаче об опрокидывании судна

Выводы. 1.При определении вероятности опрокидывания судна может быть положено в основу статистическое определение вероятности (схема случаев).

2.Если в задаче об опрокидывании судна применить решение задачи о вероятности попадания случайного вектора в заданную неслучайную область (формула (2)), то полученные результаты представляют собой частный случай общеизвестного выражения полной вероятности через сумму произведений условных вероятностей на элементарные вероятности реализации соответствующих условий. Этот результат, в свою очередь, следует из статистического определения вероятности (формула (1)). Поэтому область применения решения задачи о вероятности попадания случайного вектора в заданную неслучайную область оказывается более узкой по сравнению с областью применения схемы случаев (статистического определения вероятности)..

3.В тех случаях, когда можно применить как статистическое определение вероятности, так и задачу о вероятности попадания случайного вектора в заданную неслучайную область, оба подхода приводят к одному и тому же результату.

Литература

1.Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] /М.: Наука, 1969.- 576 с.

2.Гнеденко, Б.В. Курс теории вероятностей [Текст] / Б.В. Гнеденко. - М.: Наука, 1969.- 400 с.

3.Некрасов, В.А. Динамическая остойчивость судна, расположенного лагом к штормовому ветру, и показатель его надёжности в этой расчётной ситуации [Текст] / В.А. Некрасов, С.Б. Приходько // Научно - технический сборник Регистра СССР. - Л.: Транспорт, 1982. - Вып. 12. - с. 119-128

4.Некрасов, В.А. К дискуссии, инициированной Соломенцевым О.И. [Текст] / В.А. Некрасов // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2017.-с. 87-91

5.Соломенцев, О.И. Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна [Текст] / О.И. Соломенцев, Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин **//** Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2013.-с. 108-110.

6.Соломенцев, О.И. Сопоставительный анализ расчётных зависимостей для определения вероятности опрокидывания судна [Текст] / О.И. Соломенцев **//** Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2015.-с. 111-114

УДК 629.12.011.001.24

О ДВУХ ПОСТАНОВКАХ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ОТКАЗОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СУДНА, РАСПОЛОЖЕННОГО ЛАГОМ К ВЕТРУ И К НЕРЕГУЛЯРНОМУ ВОЛНЕНИЮ

Соломенцев Олег Иванович.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

В работе [6] были рассмотрены два возможных подхода к расчёту вероятностей отказа (превышения характеристика качки заданных нормативных значений, опрокидывания) для судна в условиях ветра и волнения: подход, основанный на статистическом определении вероятности (схема случаев) и подход, основанный на нахождении вероятности попадания случайного вектора в неслучайную область. Были сделаны выводы, что статистическое определение вероятности может быть применено в решаемой задаче, и что в этом случае второй подход есть частный случай первого. В данной работе будет рассмотрена применимость обоих подходов для решения ряда задач в части нахождения вероятностей отказов по технической устойчивости для судна, расположенного лагом к устойчивому порывистому ветру и к нерегулярному волнению.

Начнём с условия обеспечения технической устойчивости судна на стационарном ветроволновом режиме, который задан неслучайными средней скоростью ветра $\overline{u}_B$, высотой волны 3%-обеспеченности h_3 и средним периодом волнения τ_c. Если считать справедливым для амплитуд бортовой качки на стационарном ветроволновом режиме распределение Рэлея, то соответствующее соотношение может быть принято в виде

$$\sqrt{-2\ln P_\theta D_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)} \le [\theta_0], \qquad (1)$$

где P_θ - расчётная обеспеченность бортовой качки;

$[\theta_0]$ - предельно допустимая амплитуда бортовой качки обеспеченности P_θ, превышение которой расценивается как отказ по технической устойчивости;

$D_\theta = D_\theta(u_B, h_3, \tau_c)$ - дисперсия бортовой качки.

Здесь предполагается, что бортовая качка обусловлена как волнением, так и пульсационной составляющей устойчивого порывистого ветра, которая, в свою очередь, однозначно (неслучайным образом) связана со средней скоростью ветра.

Перейдём к рассмотрению полновероятностной схемы, когда величины $\overline{u}_B$, h_3 и τ_c случайные и заданы долгосрочной плотностью вероятности $q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$, при этом $0 \le \overline{u}_B < +\infty,\ 0 \le h_3 < +\infty,\ 0 \le \tau_c < +\infty.$ и $\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} q(x,y,z)dxdydz = 1$. Здесь возможны две постановки задачи, основанные на соотношении (1).

Первая постановка задачи состоит в том, чтобы найти вероятность выполнения соотношения (1) в течение срока службы судна при любой комбинации величин $\overline{u}_B$, h_3, τ_c и при заданной обеспеченности $[P_\theta]$. Нормативы $[\theta_0] = [\theta_{01}]$ и величина обеспеченности $P_\theta = [P_\theta]$ заданы.

Поскольку величины $[P_\theta]$ и $[\theta_{01}]$ известны, а зависимость $D_\theta = D_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ также известна, то в пространстве $\overline{u}_B$ - h_3 - τ_c можно найти область D_T, в которой соотношение (1) выполняется. Уравнение границы этой области $\Gamma = \Gamma(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ численно определяется из условия $\sqrt{-2\ln[P_\theta] D_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)} = [\theta_{01}]$. Тогда вероятность $\overline{Q}_{T1}$ выполнения соотношения (1) в соответствии с методом нахождения вероятности попадания случайного вектора в неслучайную область будет

$$\overline{Q}_{T1} = \int\limits_{(D_T)}\int\int q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c, \qquad (2)$$

а вероятность противоположного события (отказа) $Q_{T1} = 1 - \overline{Q}_{T1}$.

Соотношение (2) использовано в работе В.А. Некрасова [1]. В такой постановке это соотношение является правильным и никогда не критиковалось автором ранее. Но, с другой стороны, величина $\overline{Q}_{T1}$ с тем

же результатом может быть найдена и на основе статистического определения вероятности (схемы случаев) в виде, [2]:

$$\overline{Q}_{T1} = \int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} \mathrm{P}_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c; \qquad (3)$$

$$\mathrm{P}_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) = 1,\ \overline{u}_B - h_3 - \tau_c \in D_T;\ \mathrm{P}_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) = 0,\ \overline{u}_B - h_3 - \tau_c \notin D_T.$$

Здесь запись «$\overline{u}_B - h_3 - \tau_c \in D_T$» читается «точка с координатами $\overline{u}_B - h_3 - \tau_c$ в пространстве параметров ветроволнового режима принадлежит области D_T ($\in D_T$) или не принадлежит этой же области ($\notin D_T$). В формуле (3) булева переменная $\mathrm{P}_\theta = \mathrm{P}_\theta(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ имеет смысл условной вероятности отсутствия отказа.

Если же $\Gamma = \Gamma(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ есть граница области D_T в пространстве ветроволновых режимов, то для вероятности $\overline{Q}_{T1}$ можно использовать и равноценную соотношениям (2)-(3) запись вида

$$\overline{Q}_{T1} = \int_0^{(\Gamma)}\int_0\int_0 q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c$$

Рассмотрим вторую постановку задачи. Потребуем, чтобы при любых величинах $\overline{u}_B$, h_3 и τ_c амплитуда бортовой качки в течение срока службы судна не превзошла бы некоторой заданной величины $[\theta_{02}]$. Но, в отличие от предыдущего случая, обеспеченность на стационарном ветроволновом режиме P_θ не задаётся. Эта обеспеченность в данном случае имеет смысл условной вероятности отказа и является переменной величиной, непрерывно изменяющейся в переделах от 0 до 1 в зависимости от величин $\overline{u}_B$, h_3 и τ_c. Величина норматива $[\theta_{02}]$ обычно существенно превышает использовавшийся в первой постановке задачи норматив $[\theta_{01}]$, приближаясь к углу заката диаграммы статической остойчивости. Решая соотношение (1) относительно P_θ, находим

$$P_\theta = P_\theta(u_B, h_3, \tau_c) = \exp\left[-\frac{[\theta_{02}]^2}{2D_\theta(u_B, h_3, \tau_c)}\right].$$

Построить в пространстве параметров ветроволновых режимов область D_T такую, чтобы в ней выполнялось условие (1) при $0 \le P_\theta \le 1$, не представляется возможным. Поэтому здесь применимым является только подход, основанный на статистическом определении вероятности (схема случаев). Тогда находим для данной ситуации вероятность отказа Q_{T2} как

$$Q_{T2} = \int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} P_\theta(\overline{u}_B,\ h_3, \tau_c) q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c = .$$

$$= \int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} \exp\left[-\frac{[\theta_{02}]^2}{2D_\theta(u_B, h_3, \tau_c)}\right] q(u_b, h_3, \tau_c) du_B dh_3 d\tau_c \qquad (4)$$

Такая зависимость полностью аналогична известным из строительной механики корабля формулам для нахождения внешних волновых нагрузок по полновероятностной схеме – с той лишь разницей, что скорость ветра в этом случае исключается из числа переменных интегрирования и полновероятностный интеграл получается двойным, а не тройным, как в соотношении (4). . А сопоставляя зависимости (3) и (4) нетрудно сделать вывод, что (3) есть частный случай (4), [2]. Так, если в (4) величина P_θ непрерывная и пробегает все значения от 0 до 1, то величина P_θ в (3) представляет собой булеву переменную и принимает только два значения (0 и 1).

В заключение отметим следующее. На практике обычно ограничиваются проверкой технической устойчивости для стационарного ветроволнового режима, т.е. проверяется одно только условие (1). Наряду с амплитудами бортовой качки по соотношениям типа (1) могут проверяться и иные характеристики технической устойчивости (угловые скорости, ускорения, относительные вертикальные перемещения).

Полновероятностная схема в задачах технической устойчивости применяется достаточно редко. В тех случаях, когда это всё же делается, соотношения типа (4) применяются существенно чаще, чем соотношения типа (2). При этом вместо заложенного в формулу (4) распределения Рэлея для амплитуд бортовой качки, применение которого может быть для больших амплитуд связано с заметной погрешностью, применяются специальные распределения для экстремальных значений, [3]. Если же норматив $[\theta_{02}]$достаточно велик и равен 65^0-70^0 или углу заката, то вероятность Q_{T2} в соотношении (4) иногда трактуется как вероятность опрокидывания, т.е. как вероятность отказа уже по предельной устойчивости, [4].

Вывод. При проверке соблюдения требований технической устойчивости для проектируемого судна чаще всего выполняется проверка для некоторого характерного стационарного ветроволнового режима. Если проверка требований в части технической устойчивости выполняется для всего срока службы судна, то возможны два подхода.

В первом случае требуется найти вероятность события, состоящего в том, что та или иная характеристика технической устойчивости на волнении любой возможной интенсивности с учётом вероятности появления такого волнения с заданной обеспеченностью не превзойдёт нормативного значения. Во втором случае, который чаще всего применяется на практике, требуется найти вероятность события, состоящего в том, что максимально возможная в течение срока службы судна характеристика технической устойчивости не превзойдёт нормативного значения.

Для расчёта соответствующей вероятности в первом случае можно применять как статистическое определение вероятности (схему случаев), так и задачу о вероятности попадания случайного вектора в неслучайную область. Во втором случае определение соответствующей вероятности может быть выполнено только на основе статистического определения вероятности.

Литература

1.Некрасов, В.А. Критерии мореходности и показатели надёжности использования судна и его технических средств в заданном районе плавания [Текст] / В.А. Некрасов// Гидродинамика корабля.- Сборник научных трудов НКИ.- Николаев, 1985.- с. 72-81

2.Соломенцев, О.И. Об исходных предпосылках расчёта вероятности опрокидывания судна [Текст] / О.И. Соломенцев **//** См. тезисы доклада в настоящем сборнике

3.Belenky, V.L. On the Tails of Nonlinear Roll Motions [Text] / V.L. Belenky, D. Glotzer, V. Pipiras // Proceedings of the 15th International Ship Stability Workshop (ISSW-2016). -Stockholm, 2016. - p. 109-114

4.Perrault, D. Exploration of the Probability of Extreme Roll of Naval Vessels [Text] /D. Perrault **//** Proceedings of 12-th International Conference of Stability of Ships and Ocean Vehicles.- Glasgow, 2015.- p.855-868

УДК 629.12.011.001.24

О ДВУХ ПОСТАНОВКАХ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ОТКАЗОВ ПО ПРЕДЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СУДНА, РАСПОЛОЖЕННОГО ЛАГОМ К ВЕТРУ И К НЕРЕГУЛЯРНОМУ ВОЛНЕНИЮ

Соломенцев Олег Иванович.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

В работе [7] были рассмотрены два возможных подхода к расчёту вероятностей отказа по предельной и по технической устойчивости для судна в условиях ветра и волнения: подход, основанный на статистическом определении вероятности (схема случаев) и подход, основанный на нахождении вероятности попадания случайного вектора в неслучайную область. Был сделан вывод о применимости схемы случаев к задаче об опрокидывании судна. Были также сделаны выводы о том, что если подход, основанный на схеме случаев, является применимым, то подход, основанный на нахождении вероятности попадания случайного вектора в неслучайную область, есть частный случай схемы случаев.

В работе [8] были проанализирована возможность применения обоих подходов в задаче об обеспечении технической устойчивости судна, расположенного лагом к устойчивому порывистому ветру и волнению. А в данной работе будут рассмотрены и сопоставлены результаты применения обоих подходов для решения задачи нахождения вероятности отказов по предельной устойчивости (опрокидывания) для судна, также расположенного лагом к ветру и к нерегулярному волнению.

Отказ по предельной устойчивости отождествляется с опрокидыванием. Ограничимся случаем, когда состояние нагрузки судна неслучайно. Условие отсутствия опрокидывания может быть принято в виде

$$K(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) = \Pi, \qquad (1)$$

где $K(\bar{u}_B h_3, \tau_c)$ - кинетическая энергия совершающего бортовую качку корабля;

Π - полный запас потенциальной энергии качающегося корабля, который представляет собой измеренную в масштабе моментов максимальную ординату диаграммы динамической остойчивости судна с введением при необходимости поправок на статический крен.

Величина *П* при неслучайном состоянии нагрузки также неслучайна. Величина же *К* на стационарном нерегулярном волнении является случайной, она может рассматриваться как подчинённая χ^2 -..распределению с одной степенью свободы, [2], или экспоненциальному распределению, [9]. Поэтому соотношение (1) можно записать в форме

$$k_K(P_K)\overline{K}(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) = \Pi, \qquad (2)$$

где $\overline{K} = \overline{K}(\bar{u}_B h_3, \tau_c)$ - неслучайная средняя кинетическая энергия совершающего бортовую качку корабля;

$k_K(P_K)$ - коэффициент, зависящий от принятого закона распределения кинетической энергии и от обеспеченности кинетической энергии совершающего бортовую качку судна на стационарном нерегулярном волнении P_K, рис. 1а.

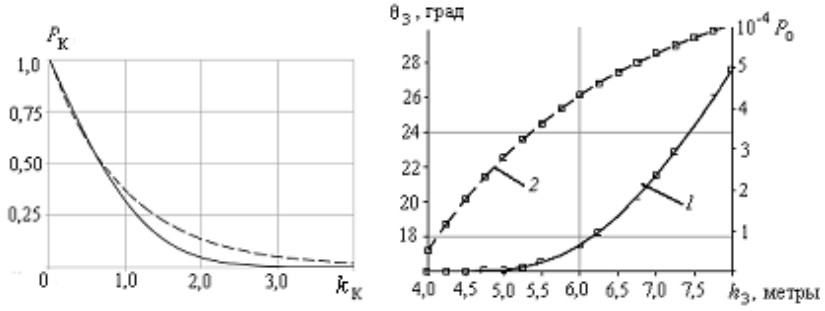
Отметим, что вероятность отказа (опрокидывания) P_O на стационарном ветроволновом режиме в данном случае не может быть отождествлена с обеспеченностью P_K, поскольку опрокидывание связано не с одним, а с двумя кинематическими параметрами бортовой качки (с ординатами качки и с ординатами угловых скоростей качки). Зависимости для нахождения вероятности P_O содержатся в [4], рис. 1б.

Если же перейти к полновероятностной схеме, то представляет интерес в первую очередь определение вероятности опрокидывания в течение срока службы Q_{O1}. Тогда вероятность опрокидывания на стационарном ветроволновом режиме $P_O = P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ будет иметь смысл условной вероятности, [7,8]. А для полной вероятности Q_{O1} в соответствии со статистическим определением вероятности (схемой случаев) имеем, [5]:

$$Q_{O1} = \int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} P_O(\bar{u}_B,\ h_3, \tau_c) q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) d\bar{u}_B dh_3 d\tau_c . \qquad (3)$$

Этот подход аналогичен второй постановке задачи по технической устойчивости (работа [8]). Но можно рассмотреть аналогию и по первому подходу из работы [8] В этом случае рассматривается вероятность Q_{O2} того, что условная вероятность отказа $P_O = P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ на всех стационарных режимах в течение срока службы не превысит некоторой заданной нормативной вероятности $[P_O]$. В пространстве $\bar{u}_B$ - h_3 - τ_c можно найти область D_O, на границе которой выполняется соотношение $P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) = [P_O]$.

Более подробно эти вопросы рассмотрены в докладе [6].



а б

Рисунок 1 К определению вероятности опрокидывания:

а – зависимости $P_K(k_K)$: χ^2 - распределение с одной степенью свободы, сплошная линия и показательное распределение, пунктирная линия; б- пример зависимости вероятности опрокидывания

судна на стационарном ветроволновом режиме P_O (1) и отвечающей ей амплитуды качки 3%-обеспеченности θ_3 (2) от высоты волны 3%-обеспеченности h_3

Тогда полная вероятность отсутствия отказа (опрокидывания) может быть найдена как вероятность попадания случайного вектора в неслучайную область, [7,8]:

$$\overline{Q}_{O2} = \int\limits_{(D_O)} \int\int q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c \,, \qquad (4)$$

а вероятность противоположного события (отказа) $Q_{O2} = 1 - \overline{Q}_{O2}$.

Схожая задача, когда в соотношении (2) неявно фиксировалась обеспеченность $P_K = [P_K]$, решалась в [3] с последующим применением формулы (4). Само по себе применение этой формулы при фиксированной обеспеченности является правильным. Но проблема состоит в том, что нормативные величины $[P_O]$ или $[P_K]$для предельной устойчивости принципиально не могут быть получены из анализа вероятностных свойств морского волнения. Исключением здесь является введение двухпараметрических распределений, учитывающих ограниченность реально возможных высот волн, чего нет в работах [1,3]. Тогда для получения нормативов необходимо использовать дополнительные источники информации (технико-экономическое обоснование, требования к обеспечению безопасности экипажа и пассажиров и т.д.).

В то же время В.А. Некрасовым именно из анализа вероятностных свойств морского волнения без учёта ограничений на высоты волн было предложено в соотношении (2) принимать $k_K(P_K)$ =6=const, [1,3], что и составляет главное расхождение между исследованиями В.А. Некрасова и точкой зрения автора. И тогда по В.А. Некрасову оказывается, что найденная по формуле (4) при $k_K(P_K)$ =6=const зависящая от неявно зафиксированной обеспеченности кинетической энергии $[P_K]$величина $\overline{Q}_{O2} = \overline{Q}_{O2}([P_K])$ есть вероятность отсутствия опрокидывания судна в течение срока службы $\overline{Q}_{O1} = 1 - Q_{O1}$, при этом $\overline{Q}_{O1} \neq \overline{Q}_{O1}([P_K])$.

Однако на самом деле параметр k_K является переменной величиной, поскольку переменной величиной является обеспеченность P_K, а связанная с этой обеспеченностью вероятность опрокидывания на стационарном ветроволновом режиме P_O , [4], имеет смысл условной вероятности в полновероятностном интеграле (3), который и должен применяться в данной задаче, [5].

Вывод. В работах В.А. Некрасова для нахождения полной вероятности опрокидывания применена схема определения вероятности попадания случайного вектора в неслучайную область. Но при этом происходит неявная фиксация обеспеченности кинетической энергии качающегося корабля, и в целом такой подход ошибочен. Для решения поставленной задачи следует применять статистическое определение вероятности (схему случаев).

Литература

1.Амплеев, Г.Г. Характеристики бортовой качки и предельная устойчивость малотоннажного судна закрытого типа в условиях шторма [Текст] / Г.Г. Амплеев, Ю.Д. Жуков, В.А. Некрасов // Гидродинамика корабля: Сборник научных трудов НКИ. - Николаев: НКИ, 1987. - с. 44-52

2.Бородай, И.К. Бортовая качка судна при движении на попутном и встречном волнении [Текст] / И.К. Бородай // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – Л.: - Судпромгиз, 1963. - Вып. 205.- с.18-44

3.Некрасов, В.А. Динамическая остойчивость судна, расположенного лагом к штормовому ветру, и показатель его надёжности в этой расчётной ситуации [Текст] / В.А. Некрасов, С.Б. Приходько // Научно - технический сборник Регистра СССР. - Л.: Транспорт, 1982. - Вып. 12. - с. 119-128

4.Соломенцев, О.И. Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна [Текст] / О.И. Соломенцев, Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин **//** Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2013.-с. 108-110

5.Соломенцев, О.И. Сопоставительный анализ расчётных зависимостей для определения вероятности опрокидывания судна [Текст] / О.И. Соломенцев **//** Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2015.-с. 111-114

6.Соломенцев, О.И. Концепция опасного по остойчивости состояния судна и вероятность этого состояния [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2016.-с. 76-79

7.Соломенцев, О.И. Об исходных предпосылках расчёта вероятности опрокидывания судна [Текст] / О.И. Соломенцев ***//***См. тезисы доклада в настоящем сборнике

8.Соломенцев, О.И. О двух постановках задачи определения вероятностей отказов по технической устойчивости судна, [Текст] / О.И. Соломенцев ***//***См. тезисы доклада в настоящем сборнике

9.Roberts, J.B. Effect of Parametric Excitation on Ship Rolling Motion on Random Waves [Text] / J.B. Roberts // Journal of Ship Research, 1982. - Vol. 26. - Issue 4.-p. 247-254

УДК 629.5.01.001.13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ СИСТЕМ С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ИХ ДИНАМИКИ

Трунин Константин Станиславович

К.т.н., доцент кафедра менеджменту НУК имени адмирала Макарова

Существующие расчёты гибких связей (ГС) морских привязных систем (МПС), в том числе и проектные, используются в основном для идеальных круглых сечений. Однако, в рамках проектных исследований необходимо учитывать изменение собственных характеристик ГС во время эксплуатации (изменение их характеристик во времени в течение длительной эксплуатации). Сегодня актуальной является задача быстрого расчёта усилий в ГС для задач исследовательского проектирования и использования в системах управляемых морских привязных систем (МПС) в реальном масштабе времени.

Анализ проектных задач при создании МПС, например подводных привязных систем (ППС) и подводных буксируемых систем (ПБС), показывает, что значительную теоретическую сложность и наукоёмкость приобретают расчёты ГС МПС, прочности и надёжности их элементов. В связи с этим возникают задачи разработки моделей функционирования МПС, математических моделей динамики ГС МПС, создания комплекса для компьютерного моделирования квазистационарных и динамических режимов работы МПС.

Для решения проблемы обеспечения длительной работоспособности возникает необходимость теоретического обоснования методов проектирования МПС с ГС, совершенствования проектных расчётов конструктивных элементов МПС с ГС на основе математических моделей динамических режимов эксплуатации и разработки рекомендаций по прогнозированию возможных нагрузок для проектирования их элементов и систем в целом, доведение их до уровня инженерного приложения.

Диссертационное исследование посвящено совершенствованию методов проектирования МПС с ГС с учётом эксплуатационных факторов: характеристик волнения, конструктивных особенностей гибких связей, новых подходов к определению запасов прочности, основанное на математических моделях динамики ГС МПС и динамики МПС с разработкой комплексной компьютерной модели. Использование проектантом комплексного алгоритма позволяет более правильно и рационально создавать новые ГС для МПС с необходимыми свойствами и параметрами.

Научная новизна полученных результатов заключается в совершенствовании методов проектирования ГС, базирующихся на разработанной комплексной компьютерной модели (математическом моделировании динамики ГС МПС и МПС с ГС, применении новых методов математического описания), как теоретической основы для разработки высокоэффективных МПС с ГС.

Впервые:

1) исследованы современные проблемы создания МПС с ГС, которые позволили выявить, что до сих пор практически не исследована динамика ГС – модели динамики применительно к конкретным схемам (новым задачам механики ГС) и конкретным возмущениям: существующие методы расчёта и проектирования конструкций МПС с ГС либо являются упрощёнными и не учитывают действительные нагрузки и характер нагружения ГС МПС (в прочностных расчётах до сих пор используются коэффициенты запасов прочности) либо являются довольно сложными и громоздкими для конструкторов – проектантов МПС и требуют значительных затрат времени для их выполнения, расчёты ГС МПС (математические модели), в том числе и проектные, используются в основном для идеальных круглых сечений. Значительное число отказов и аварий по причине повреждений и обрывов ГС свидетельствуют о недостатках существующих методик проектирования ГС и МПС;

2) создана классификация МПС, являющаяся более полной по сравнению с существующими и учитывающая бóльшее количество признаков МПС: по виду среды, в которой функционирует МПС, по

назначению, по способу стационарности, по массе и габаритным размерам, по обитаемости, по конструктивным особенностям, по типу гибкой связи, по способу удержания на глубине, по способу всплытия, по способу доставки к месту назначения, по способу управления, по глубине удержания;

3) создана классификация ППС, которой не существовало ранее, по следующим признакам: по назначению, по способу стационарности, по массе и габаритным размерам, по обитаемости, по конструктивным особенностям, по типу гибкой связи, по способу удержания на глубине, по способу всплытия, по способу доставки к месту назначения, по способу управления, по глубине удержания;

4) создана классификация ПБС, имеющая более обширное описание по сравнению с существующими и учитывающая бóльшее количество признаков: по назначению, по конструктивным особенностям, по типоразмерам и массо-габаритным показателям, по типу гибкой связи, по способу буксировки, по способу удержания на глубине, по количеству буксируемых элементов, по составу оборудования, по виду буксировщиков, по количеству судов-буксировщиков, по способу доставки к месту назначения, по способу всплытия, по глубине буксировки, по скорости буксировки;

5) создана классификация ГС МПС, являющаяся в настоящее время наиболее полной по учёту рассматриваемых признаков, по следующим признакам: по назначению, по конструкции, по конструктивным особенностям, по форме поперечного сечения, по принципу изготовления, по условиям эксплуатации, по условиям плавучести, по условиям жёсткости по разрывному усилию, по направлению свиваемых проволок, по виду свивки, по виду сердечника, по числу прядей, по виду конструкции поверхности, по виду использования проволоки для наружных слоёв, по виду материала, из которого изготавливается, по массо-габаритным показателям, по типу гибкой связи, по способу удержания на глубине, в зависимости от среды использования, по глубине погружения (буксировки), по условиям хранения, по экономическим показателям (стоимости изготовления и эксплуатации), по продолжительности жизненного цикла МПС (ППС, ПБС);

6) создана классификация аварий МПС по следующим признакам: по степени тяжести, по причинам, которые к ним привели, по времени протекания, по видам (по характеру), по наличию человеческих жертв, в зависимости от социально-политических явлений;

7) создана классификация аварийных режимов работы МПС с ГС в зависимости от случаев, приводящие к аварийным режимам, заключающаяся в наименование режима и его характеристике, и дающая возможность определить условия функционирования МПС и аварийные режимы роботы, которые возможны в этих условиях функционирования, что даёт возможность перейти к моделированию аварийных режимов работы МПС;

8) получено математическое описание ГС (математическая модель динамики) как теоретическая основа и методологическая база для нового класса задач МПС с ГС, которое позволяет решать следующие задачи:

1. Определять изменение формы ГС и сил её натяжения в процессе маневрирования СН и ПА с учётом морских волн, подводных течений, ветровых нагрузок на СН, глубины моря и её изменения в заданной акватории, массы и упругих свойств ГС.

2. Определять относительное положение СН и ПА в процессе их маневрирования.

3. Определять резонансные режимы растяжения ГС и максимальные нагрузки на ГС для оценки её прочности в процессе маневрирования СН и ПА.

4. Определять режимы маневрирования МПС, приводящей к образованию петель ("колышек") на ГС.

5. Определять режимы маневрирования МПС, приводящие к вибрации плохообтекаемых ГС в потоке.

Полученный алгоритм моделирования динамики ГС, позволяет перейти в дальнейшем к разработке компьютерной программы, описывающей динамику МПС. Разработанные математическая модель динамики ГС и алгоритм математической модели, компьютерная модель описания ГС позволят проектанту МПС, имеющих в своём составе ГС, более качественно и оперативно проектировать практически все классы МПС.

Оригинальность математической модели описания динамики ГС МПС заключается в том, что данные математическая модель динамики ГС МПС и динамики МПС с ГС позволяет в реальном масштабе времени в динамике при различных параметрах ГС и МПС определять предельные параметры (возможности) исследуемой (заданной) ГС для данных СН и ПА в реальном масштабе времени.

В математической модели применяется теория аппроксимации полиномами Эрмита (позволяют описать форму ГС не только по координатам, но и по пространственным производным). Благодаря этому можно существенно уменьшить погрешность аппроксимации ГС и обеспечить моделирование её движения при очень больших изменениях амплитуд.

9) Разработана компьютерная модель, позволяющая учитывать 67 параметров МПС (ПБС) и ГС и их изменения в реальном масштабе времени, и учитывать их в процессе проектирования ГС; создание кибернетической модели на основе разработанной математической модели (определена система уравнений), описывающей динамику элемента ГС МПС в результате действия на него внешних сил и реакций растяжения, изгиба и поворота, и полученного алгоритма моделирования динамики ГС МПС, позволяет описать динамику МПС и в конечном итоге упростить проектные расчёты МПС с ГС.

10) Проведено тестирование компьютерной программы модели динамики морской привязной системы (МПС), которое показало работоспособность программы, позволило отладить её и использовать в дальнейшем для проведения практических расчётов параметров МПС с ГС.

11) Проведен анализ результатов моделирования режимов эксплуатации различных типов МПС с ГС (надводных МПС, подводных МПС и др.), аварийных режимов эксплуатации ГС МПС (зацеп за препятствие на дне, столкновение с преградой и др.).

12) усовершенствованы методы расчётов и проектирования ГС МПС, базирующиеся на разработанной комплексной компьютерной модели (математическом моделировании динамики ГС МПС и МПС с ГС, применении новых методов математического описания), как теоретической основы для разработки высокоэффективных МПС с ГС, что позволяет уточнить эксплуатационные характеристики МПС в процесс проектирования.

Вывод: Проблему совершенствования проектирования МПС с ГС удалось решить с помощью компьютерной модели. Разнообразие эксплуатационных задач привело к усложнению и дальнейшему совершенствованию разработанной компьютерной модели описания динамики ГС: при исследовании процесса буксировки вначале в компьютерной модели учитывались 38 параметров, а при исследовании аварийных режимов работы МПС при столкновения ГС с морским объектом в компьютерной модели учитывались уже 67 параметров. Тестирование компьютерной модели показало её хорошую сходимость с ранее проведенными исследованиями. Предложенная методика позволяет в дальнейшем совершенствовать разработанную математическую модель описания динамики ГС МПС.

Предложенная методика проектирования МПС с ГС, базирующаяся на математической и компьютерной моделях динамики ГС МПС позволяет исследовать различные режимы эксплуатации практически всех классов МПС, разработать рекомендации по прогнозированию возможных нагрузок для проектирования их элементов, усовершенствовать существующие методы расчёта и проектирования МПС с ГС и довести их до уровня инженерного приложения

Она также позволяет отказаться от использования физического моделирования режимов функционирования МПС с ГС, связанного с проведением натурных испытаний в открытом море, что даёт существенную экономию финансовых, материальных и человеческих ресурсов. Данная модель позволяет в комфортных лабораторных условиях моделировать различные эксплуатационные режимы ППС и ПБС.

УДК 629.12.011.001.24

О ВЛИЯНИИ ХОДА НА ДЕМПФИРОВАНИЕ БОРТОВОЙ КАЧКИ СУДНА С АУТРИГЕРАМИ

Соломенцев Олег Иванович
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Как известно, наличие хода ведёт к росту демпфирования бортовой качки. В соответствии с современными теоретическими представлениями, этот рост связан с появлением на корпусе как на крыле предельно малого удлинения дополнительной циркуляционной силы. Применительно к однокорпусным судам эта задача была решена в [1], а применительно к катамаранам - в [2]. Далее мы рассмотрим решение этой задачи для судов с аутригерами.

В этом случае дополнительный демпфирующий момент $\Delta M_{Д\theta v}$, обусловленный наличием хода, определится по следующим формулам, [1,2]:

$$\Delta M_{Д\theta v} = -F_Y(z_g - z'_R);$$

$$F_Y = (C^{\beta}_{Y1}\beta_{ДР1}L_1T_1 + 2C^{\beta}_{Y}\beta_{ДР2}L_2T_2)\frac{\rho v^2}{2};$$

$$C^{\beta}_{Y1} = k_{C1}\overline{C}^{\beta}_{Y1};\ C^{\beta}_{Y2} = k_{C2}\overline{C}^{\beta}_{Y2};\ \beta_{ДР1} = \frac{r_{f1}\dot{\theta}}{v};\quad \beta_{ДР2} = \frac{r_{f2}\dot{\theta}}{v};$$

$$r_{Ц1} = r_{f1} = \frac{1}{\pi}\left[(0{,}887 + 0{,}145\delta_1)\frac{\Omega_1}{L_1} - 2(T_1 - z_g)\right];$$

$$r_{f2} \approx \frac{1}{2}[\sqrt{(C_П + y_{C2})^2 + (z_g - z_{C2})^2} + \sqrt{(C_П - y_{C2})^2 + (z_g - z_{2C})}] \approx \sqrt{C_G^2 + (z_g - z_{C2})^2},$$

где L_1, L_2 -длины центрального корпуса и аутригера соответственно;

B, B_2 -ширины центрального корпуса и аутригера соответственно;

T_1, T_2 - осадки центрального корпуса и аутригера;

Ω_1 -площадь смоченной поверхности центрального корпуса;

v -скорость хода судна;

C_{Y1}^{β} - позиционная производная коэффициента подъёмной силы на центральном корпусе как на крыле предельно малого удлинения;

$\overline{C}_{Y1}^{\beta}$ -то же на центральном корпусе как на однокорпусном судне;

C_{Y2}^{β} - позиционная производная коэффициента подъёмной силы на аутригере как на крыле предельно малого удлинения;

$\overline{C}_{Y2}^{\beta}$ -то же на аутригере как на однокорпусном судне;

k_{C1} -поправочный коэффициент на взаимодействие центрального корпуса и аутригеров к позиционной производной центрального корпуса как однокорпусного судна;

k_{C2} -поправочный коэффициент на взаимодействие аутригера и центрального корпуса к позиционной производной аутригера как однокорпусного судна;

$\beta_{ДР1}$, $\beta_{ДР2}$ -расчётные значения угла дрейфа для центрального корпуса и для аутригеров соответственно;

r_{f1} - радиус кругового полуцилиндра, имеющего ту же длину и ту же площадь смоченной поверхности, что и центральный корпус, рис. 1;

r_{f2} - осреднённое по длине и по высоте борта и измеренное в плоскости шпангоута расстояние между центром тяжести и бортами аутригеров корабля с аутригерами, рис. 1, [2];

y_{C2}, z_{C2} - условные ордината и аппликата скулы аутригера.

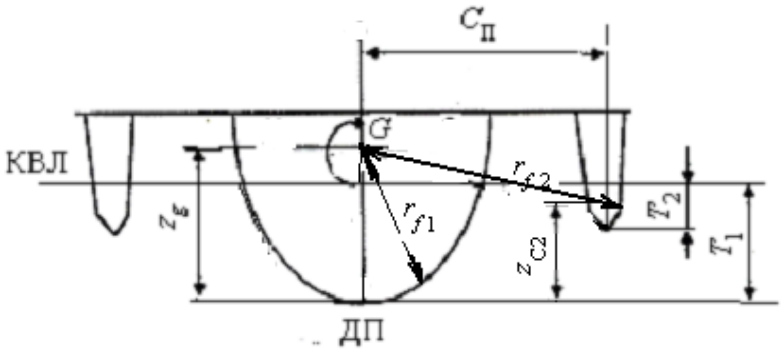


Рисунок 1. К определению скоростной надбавки к коэффициенту демпфирования бортовой качки корабля с аутригерами

В первом приближении $y_{C2} \approx \frac{B_{21}}{2}(1-\chi_2)$ и $z_{C2} \approx T(1-\chi_2)$, $\chi_2 = \frac{\delta_2}{\alpha_2}$, [2].

Тогда размерный коэффициент линейного демпфирования $2\Delta N_{\theta v} = -\frac{M_{Д\theta M}}{\dot{\theta}}$, обусловленный наличием хода, и соответствующий безразмерный коэффициент линейного демпфирования $2\Delta\mu_{\theta v}$ определятся для корабля с аутригерами по формулам

$$\Delta N_{\theta v} = \frac{\rho v}{2}(C_{Y1}^{\beta} L_1 T_1 r_{f1} + 2C_{Y2}^{\beta} L_2 T_2 r_{f2})(z_g - z'_R);\ 2\Delta\mu_{\theta v} = \frac{2\Delta N_{\theta v}}{(J_X + \lambda_\theta)n_\theta}.$$

Величина $2\Delta\mu_{\theta v}$ добавляется к безразмерному коэффициенту линейного демпфирования. Для величин $\overline{C}_{Y1}^{\beta}$ и $\overline{C}_{Y2}^{\beta}$ можно применить формулы Г.В. Соболева [3], которые аппроксимируют известные экспериментальные номограммы Р.В. Першица

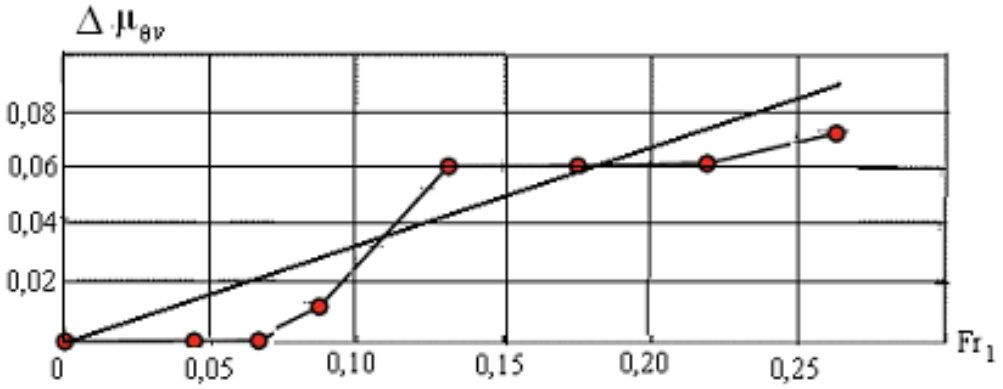


Рисунок 2. Сопоставление теоретических расчётов с данными эксперимента [6] в части влияния хода на безразмерный коэффициент линейного демпфирования бортовой качки корабля с аутригерами

$\Delta\mu_{\theta v}$

- экспериментальные данные [6]

_____- теоретический расчёт

В отношении коэффициентов k_{C1} и k_{C1} имеемые рекомендации таковы. Из-за слабого влияния аутригеров на значительно больший по размерам центральный корпус представляется логичным принимать $k_{C1} \approx 1$. Для коэффициента k_{C2}, основываясь на выполненных в 1970-х г.г. в Калининграде экспериментах с моделями промысловых катамаранов, можно принимать, [4]:

$$k_{C2} = 1 - 0{,}25\exp\left(-\frac{2C}{B_2}\right),$$

где *C*- расстояние между наружными бортами центрального корпуса и аутригеров (горизонтальный клиренс).

А в работе [5] наряду с рекомендацией принимать $k_{C1} \approx 1$ предлагается также принимать $k_{C2} \approx 1$ и даже $C_{Y2}^{\beta} \approx \frac{\pi T_2}{L_2}$. Последняя рекомендация связана как с большим удлинением аутригеров, так и малыми их размерами по сравнению с центральным корпусом.

На рис. 2 выполнено сопоставление теоретических зависимостей для безразмерного коэффициента линейного демпфирования $\Delta\mu_{\theta v}$, обусловленного влиянием хода, с экспериментальными данными для корабля с аутригерами [6].

При сопоставлении расчётных и экспериментальных данных нужно учитывать, что схема из работы [1] для однокорпусных судов, обобщённая выше на суда с аутригерами, предполагает линейную зависимость дополнительного демпфирования от скорости. В то же время фактически на демпфирование влияет ещё и интерференция между волнами, излучаемыми при качке, и ходовыми волнами. Поэтому фактическая зависимость коэффициента демпфирования от скорости, а расчёт по приведенной выше схеме даёт усреднённые значения коэффициента демпфирования, [1], рис. 1.

Вывод. С использованием общепринятых представлений [1] получены приближённые зависимости для нахождения той составляющей коэффициента демпфирования при бортовой качке судна с аутригерами, которая обусловлена наличием хода.

Литература

1.Моренширльдт, В.А. Приближённый метод расчёта влияния скорости хода на демпфирование бортовой качки [Текст] / В.А. Моренширльдт // Сборник НТО им. акад. А.Н. Крылова - Л.: Судостроение, 1972. - Вып. 185.-с.138-144.

2. **Соломенцев, О.И.** Влияние хода на бортовую качку катамарана [Текст] / О.И. Соломенцев, Е.А. Кудинова // Збірник наукових праць НУК, 2012.- № 2.-с. 11-16

3. Соболев, Г.В. Управляемость корабля и автоматизация судовождения [Текст] / Г.В. Соболев. - Л.: Судостроение, 1976.-480 с.

4.Мастушкин, Ю.М. Определение характеристик управляемости двухкорпусных судов [Текст] / Ю.М. Мастушкин // Судостроение, 1976.-№6.-с. 8-12

5. **Varyani, K.G**. Steady Turning Characteristics of a Trimaran in Confined Water [Text] /K.G. Varyani, R.C. McGregor, Soo Khoon Chua // International Shipbuilding Progress, 2002.- Vol. 49.- № 1.- p. 53-78

6. **Bulian, G.** Trimaran Vessels and Parametric Roll [Text] /G. Bulian, A. Francescutto // Parametric Resonance in Dynamical Systems.- Trondheim-Eindhoven, 2012.- p. 63-90

УДК 629.5.0.2222

ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ БОРТОВОЙ КАЧКИ СУДНА ПРИ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНОМ ДЕМПФИРОВАНИИ

Соломенцев Олег Иванович
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

При расчётах характеристик бортовой качки судна на нерегулярном волнении вид расчётных соотношений связан с характером зависимости демпфирующего момента $M_{Д\theta}$ от ординаты угловой скорости бортовой качки $\dot{\theta}$. Соответственно принято различать линейное демпфирование, когда $M_{Д\theta} = -2N_{\theta 1}\dot{\theta}$, квадратичное демпфирование, когда $M_{Д\theta} = -W_{\theta 1}\dot{\theta}\left|\dot{\theta}\right|$, и линейно-квадратичное демпфирование, когда $M_{Д\theta} = -2N_{\theta 2} - W_{\theta 2}\dot{\theta}\left|\dot{\theta}\right|$.

Здесь $N_{\theta 1}$ и $W_{\theta 1}$- коэффициенты линейного и квадратичного демпфирования при линейном и при квадратичном демпфировании соответственно, а $N_{\theta 2} \neq N_{\theta 1}$ и $W_{\theta 2} \neq W_{\theta 1}$- те же коэффициенты при линейно-квадратичном демпфировании. Далее индексы «1» и «2» условимся опустить. Нелинейность по восстанавливающему моменту здесь не учитывается.

Известны приближённые зависимости для дисперсий бортовой качки при всех этих видах демпфирования. Однако существуют и такие задачи, когда представляет интерес не только результат интегрирования спектральной плотности случайного процесса бортовой качки по частотам (дисперсия), но и распределение энергии этого процесса по частотам, которое задаётся спектральной плотностью процесса качки. В свою очередь, для нахождения указанной величины при известной спектральной плотности волнения оказывается необходимым расчёт модуля передаточной функции бортовой качки $\left|\Phi_\theta(\omega)\right|$, где ω - частота элементарной гармоники нерегулярного волнения. Примером такой задачи является расчёт обусловленных качкой абсолютных и относительных перемещений судна с учётом как бортовой качки, так и иных видов качки.

Решение задачи о расчёте модуля передаточной функции бортовой качки при линейном демпфировании не требует пояснений. При квадратичном демпфировании в общем случае для нахождения модуля передаточной функции бортовой качки необходимо использование последовательных приближений. Однако можно ограничиться и одним приближением, если по предложению Ю.В. Ремеза [1] выполнить линеаризацию демпфирования по резонансной амплитуде качки как для регулярного волнения, а для определения амплитуды угла волнового склона α_B использовать формулу Циммермана. Возможность такого подхода связана с узостью полосы пропускания для передаточной функции бортовой качки. При этом оказывается, что численно для амплитуды угла волнового склона в этом случае имеем $\alpha_B \approx 0{,}19\sqrt{\omega}$, где частота элементарной гармоники нерегулярного волнения ω измеряется в 1/с, [1].

Ю.В. Ремезом был рассмотрен случай только чисто квадратичного демпфирования. Рассмотрим случай линейно-квадратичного демпфирования, когда на регулярном волнении при произвольной частоте волнения, равной ω, демпфирующий момент при бортовой качке $M_{Д\theta} = -2N_\theta\dot{\theta} - W_\theta\dot{\theta}\left|\dot{\theta}\right|$. Выполняя линеаризацию как для регулярного волнения, находим, что $M_{Д\theta} = -2N_\theta\dot{\theta} - W_\theta\dot{\theta}\left|\dot{\theta}\right| = -\left(2N_\theta + \frac{8}{3\pi}W_\theta\theta_0(\omega)\omega\right)\dot{\theta}$, где $\theta_0(\omega)$ - амплитуда регулярной бортовой

качки при частоте возмущения, равной ω и измеряемой в 1/с, и интенсивности возмущения, отвечающей амплитуде угла волнового склона $\alpha_B \approx 0{,}19\sqrt{\omega}$ рад, [1].

Обозначим далее $\frac{2N_\theta}{(J_X+\lambda_\theta)n_\theta}=2\mu_\theta$ и $\frac{W_\theta}{J_X+\lambda_\theta}=w_\theta$, где J_X, λ_θ - собственный и присоединённый моменты инерции массы судна при бортовой качке, а n_θ - частота собственных бортовых колебаний судна. Исходное уравнение бортовой качки на регулярном волнении, частота которого есть ω, а высота и длина волны связаны формулой Циммермана, с учётом линеаризации демпфирования при линейном восстанавливающем моменте в этом случае будет

$$\ddot{\theta}+\left(2\mu_\theta n_\theta+\frac{8}{3\pi}w_\theta\theta_0(\omega)\omega\right)\dot{\theta}+n_\theta^2\theta=\kappa_\theta(\omega)n_\theta^2\alpha_{\text{B}}\cos(\omega t+\varepsilon_\theta),$$

где $\ddot{\theta}$, θ .- ординаты угловых ускорений и углов при бортовой качке, t - время, $\kappa_\theta(\omega)$ - полный поправочный коэффициент к возмущающему моменту при бортовой качке, вычисленный при частоте ω, а ε_θ - фаза возмущающего момента по отношению к набегающему волнению при той же частоте.

Рассмотрим случай резонанса, когда $\omega=n_\theta$. Тогда резонансная амплитуда бортовой качки на регулярном волнении при линейно-квадратичном демпфировании $\tilde{\theta}_0=\theta_0(n_\theta)$ находится в виде

$$\tilde{\theta}_0=\frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{2\mu_\theta+\frac{8}{3\pi}w_\theta\tilde{\theta}_0}, \qquad (1)$$

где $\kappa_\theta(n_\theta)$ - полный поправочный коэффициент к возмущающему моменту при бортовой качке, вычисленный при частоте $\omega=n_\theta$, отвечающая резонансу амплитуда угла волнового склона $\alpha_{BP}=\alpha_B(n_\theta)\approx 0{,}19\sqrt{n_\theta}$ рад, n_θ - в 1/с, а суммарный безразмерный линеаризованный коэффициент демпфирования в этом случае окажется равным $2\mu_\theta+\frac{8}{3\pi}w_\theta\tilde{\theta}_0$.

Ясно, что при $w_\theta=0$ имеем $\tilde{\theta}_0=\frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{2\mu_\theta}$, а при $\mu_\theta=0$ имеем $\tilde{\theta}_0=\sqrt{\frac{3\pi}{8}\cdot\frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{w_\theta}}$, эти формулы общеизвестны.

Из формулы (1) следует, что в явном виде амплитуду резонансной бортовой качки $\tilde{\theta}_0$ для линейно-квадратичного демпфирования можно найти как положительный корень квадратного уравнения вида

$$\frac{8}{3\pi}w_\theta\tilde{\theta}_0^2+2\mu_\theta\tilde{\theta}_0-\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}=0. \qquad (2)$$

Решая квадратное уравнение (2) и сохраняя только положительный его корень, находим

$$\tilde{\theta}_0=\frac{3\pi\left[\sqrt{4\mu_\theta^2+\frac{32}{3\pi}w_\theta\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}-2\mu_\theta\right]}{16w_\theta}. \qquad (3)$$

Если в формуле (3) принять $\mu_\theta=0$, то получается, что $\tilde{\theta}_0=\sqrt{\frac{3\pi}{8}\cdot\frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{w_\theta}}$, как и должно быть при чисто квадратичном демпфировании. Если же принять $w_\theta=0$ (чисто линейное демпфирование), то получаем неопределённость вида $\frac{0}{0}$. Раскроем эту неопределённость по правилу Лопиталя. С этой целью далее обозначим:

$$w_\theta = x,\ \theta_0(w_\theta) = f(x) = \frac{p(x)}{q(x)},\ p(x) = 3\pi\left[\sqrt{4\mu_\theta^2 + \frac{32}{3\pi}\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}x} - 2\mu_\theta^2\right],\ q(x) = 16x$$

и учтём, что в соответствии с правилом Лопиталя, если

$$\lim_{x\to 0} p(x) = \lim_{x\to 0} q(x) = 0 \text{ и } q'(0) \neq 0 \text{ ,то } \lim_{x\to 0} f(x) = \lim_{x\to 0}\frac{p'(x)}{q'(x)}.$$

В данном случае $p'(x) = \frac{dp(x)}{dx} = \frac{16\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{\sqrt{4\mu_\theta^2 + \frac{32}{3\pi}\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}x}}$, $p'(0) = \frac{8\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{\mu_\theta}$ и $\forall x:\ q'(x) = \frac{dq(x)}{dx} = 16$. Тогда $\lim_{x\to 0} f(x) = \lim_{x\to 0}\frac{p'(x)}{q'(x)} = \frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{2\mu_\theta}$. Получается, что $\tilde{\theta}_0 = \frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{2\mu_\theta}$, как и должно быть при чисто линейном демпфировании.

Введём параметр $x_\theta = \frac{\omega}{n_\theta}$. Тогда модуль передаточной функции бортовой качки при линейно-квадратичном демпфировании

$$\left|\Phi_\theta(\omega)\right| = \frac{\omega^2\kappa_\theta(\omega)}{g\sqrt{(1-x_\theta^2)^2 + \left(2\mu_\theta + \frac{8}{3\pi}w_\theta\tilde{\theta}_9 x_\theta\right)^2 x_\theta^2}}. \qquad (4)$$

При безразмерном коэффициенте квадратичного демпфирования $w_\theta = 0$ получаем общеизвестную зависимость для чисто линейного демпфирования. Если же $\mu_\theta = 0$ (чисто квадратичное демпфирование), то в формулу (4) следует подставить $\tilde{\theta}_0 = \sqrt{\frac{3\pi}{8}\cdot\frac{\kappa_\theta(n_\theta)\alpha_{BP}}{w_\theta}}$, и находим

$$\left|\Phi_\theta(\omega)\right| = \frac{\omega^2\kappa_\theta(\omega)}{g\sqrt{(1-x_\theta^2)^2 + \frac{8}{3\pi}\kappa_\theta(\omega)\alpha_{BP}w_\theta x_\theta^4}}.$$

Это формула Ю.В. Ремеза для чисто квадратичного демпфирования, [1].

Вывод. Получена приближённая зависимость для передаточной функции бортовой качки при линейно-квадратичном демпфировании. Показано, что при равном 0 квадратичном демпфировании предлагаемые зависимости переходят в общеизвестные зависимости для резонансной амплитуды и модуля передаточной функции при линейном демпфировании. А при равном 0 линейном демпфировании предлагаемые зависимости переходят в формулы, предложенные в 1991 г. Ю.В. Ремезом, [1].

Литература

1. **Ремез Ю.В.** Экспресс - расчёт амплитудно-частотной характеристики бортовой качки при квадратичном демпфировании // Гидродинамика корабля: Сборник научных трудов НКИ.- Николаев: НКИ, 1991.-с. 53-57.

УДК 629.12.011.001.24

О СТРУКТУРЕ ДИФРАКЦИОННОЙ ЧАСТИ ВОЗМУЩАЮЩЕГО МОМЕНТА ПРИ БОРТОВОЙ КАЧКЕ ДЛЯ ОДНОКОРПУСНЫХ И ДВУХКОРПУСНЫХ СУДОВ

Соломенцев Олег Иванович.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Темой доклада являются некоторые аспекты структуры дифракционной части возмущающего момента при бортовой качке однокорпусных и двухкорпусных судов. Это связано с тем, что содержащиеся в различных работах результаты по данному вопросу не являются идентичными.

Начнём с традиционного однокорпусного корабля, расположенного лагом к набегающим волнам. Предположим, что используется изолированное уравнение бортовой качки. Вводится также допущение, что редукционные коэффициенты κ_θ к главной части и к дифракционной части возмущающего момента равны между собой. Для этого случая ордината суммарного возмущающего момента $F_{\theta\Sigma t}(t)$, где t - время, на регулярном волнении с частотой ω была определена в 1954 г. С.Н. Благовещенским с применением метода обращённого (относительного) движения в виде, [1]:

$$F_{\theta\Sigma t}(t) = F_{\theta ГЛt}(t) + F_{\theta ИНt}(t) + F_{\theta Дt}(t); \qquad (1)$$

$$F_{\theta ГЛt}(t) = \kappa_\theta \alpha_{Bt}(t) Dh; \;\; F_{\theta Дt}(t) = 2\kappa_\theta \dot{\alpha}_{Bt}(t) N_\theta; \;\; F_{\theta ИНt}(t) = \kappa_\theta \ddot{\alpha}_{Bt}(t) \lambda_\theta;$$

$$\alpha_{Bt}(t) = \alpha_0 \sin \omega t; \;\; \dot{\alpha}_{Bt}(t) = \omega \alpha_0 \cos \omega t; \;\; \ddot{\alpha}_{Bt}(t) = -\omega^2 \alpha_0 \sin \omega t; \;\; \alpha_0 = k r_0,$$

где $F_{\theta ГЛt}(t),\; F_{\theta ИНt}(t),\; F_{\theta Дt}(t)$ - ординаты главной части возмущающего момента, инерционной составляющей дифракционной части этого момента и демпфирующей составляющей дифракционной части этого же момента соответственно;

$\alpha_{Bt}(t),\; \dot{\alpha}_{Bt}(t),\; \ddot{\alpha}_{Bt}(t)$ - ордината угла волнового склона и её первая и вторая производные по времени соответственно;

$\alpha_0, k,\; r_0$ - амплитуда угла волнового склона, волновое число и амплитуда регулярной волны;

$D,\; h$ - водоизмещение и начальная поперечная метацентрическая высота;

$N_\theta,\; \lambda_\theta$ -размерный коэффициент линейного демпфирования и присоединённый момент инерции массы при бортовой качке;

Тогда ордината суммарного возмущающего момента $F_{\theta\Sigma t}(t)$ преобразуется к виду

$$F_{\theta\Sigma t}(t) = \kappa_\theta k r_0 \sqrt{(Dh - \omega^2 \lambda_\theta)^2 + 4N_\theta^2 \omega^2} \sin(\omega t + \varepsilon_\theta), \qquad (2)$$

где ε_θ - фаза возмущающего момента по отношению к набегающим волнам, и простейшее линейное изолированное уравнение бортовой качки принимает вид

$$(J_X + \lambda_\theta)\ddot{\theta} + 2N_\theta \dot{\theta} + Dh\theta = \kappa_\theta k r_0 \sqrt{(Dh - \omega^2 \lambda_\theta)^2 + 4N_\theta^2 \omega^2} \sin(\omega t + \varepsilon_\theta), \qquad (3)$$

где J_X - собственный момент инерции массы при бортовой качке, а $\theta,\; \dot{\theta},\; \ddot{\theta}$ - ординаты углов крена, угловых скоростей и угловых ускорений при бортовой качке.

Тот же подход принят и в работах [2,3]. А в 1969 г. Ю.А. Нецветаевым был предложен вывод аналитических зависимостей для дифракционной части возмущающего момента при бортовой качке на основе гидродинамической теории бортовой качки по М.Д. Хаскинду, [4].В этом случае в соотношении (1) было предложено принимать

$$F_{\theta ГЛt}(t) = \kappa_\theta \alpha_{Bt}(t) Dh; \;\; F_{\theta Дt}(t) = 2\kappa_y \dot{r}(t) N_{y\theta} + 2\kappa_\theta \dot{\alpha}_{Bt}(t) N_\theta; \;\; F_{\theta ИНt}(t) = \kappa_y \ddot{r}(t) \lambda_{y\theta} + \kappa_\theta \ddot{\alpha}_{Bt}(t) \lambda_{y\theta},$$

где $\dot{r}(t),\; \ddot{r}(t)$ - первая и вторая производные по времени от ординаты морского волнения $r(t)$;

$N_{y\theta}$ -коэффициент демпфирования при совместной поперечно-горизонтальной и бортовой качке;

$\lambda_{y\theta}$ -присоединённый статический момент массы при совместной поперечно-горизонтальной и бортовой качке;

κ_y -редукционный коэффициент к дифракционной части возмущающей силы при поперечно-горизонтальной качке.

В этом случае целесообразно отказаться от допущения об изолированности уравнения бортовой качки, приняв его в виде:

$$(J_X + \lambda_\theta)\ddot{\theta} + 2N_\theta\dot{\theta} + Dh_0\theta + 2N_{y\theta}\dot{y} + \lambda_{y\theta}\ddot{y} = \quad (4)$$

$$= \kappa_\theta\alpha_{Bt}(t)Dh_0 + 2\kappa_y\dot{r}(t)N_{y\theta} + 2\kappa_\theta\dot{\alpha}_{Bt}(t)N_\theta + \kappa_y\ddot{r}(t)\lambda_{y\theta} + \kappa_\theta\ddot{\alpha}_{Bt}(t)\lambda_{y\theta},$$

где $\dot{y} = \dot{y}(t)$, $\ddot{y} = \ddot{y}(t)$ - ординаты линейных скоростей и ускорений при поперечно-горизонтальной качке.

Численные расчёты по соотношению (4) показывают, что сумма членов $2N_{y\theta}\dot{y} + \lambda_{y\theta}\ddot{y}$ в левой части этого соотношения компенсируется суммой членов $2N_{y\theta}\dot{r} + \lambda_{y\theta}\ddot{r}$ в правой части этого же соотношения. Тогда приходим от соотношения (4) к уравнению (3).

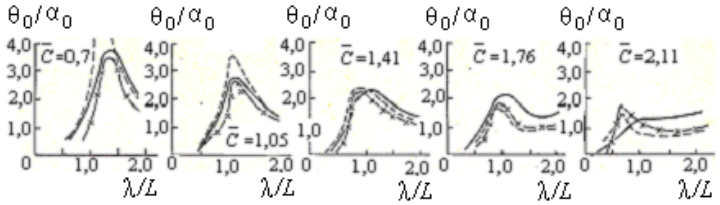
Наконец, в работе [5] на основе несколько иной, по сравнению с исследованием М.Д. Хаскинда - Ю.А. Нецветаева интерпретации гидродинамической теории качки в соотношении (1) было предложено принимать

$$F_{\theta ГЛt}(t) = \kappa_\theta\alpha_{Bt}(t)Dh;\ \ F_{\theta Дt}(t) = 2\kappa_y\dot{r}(t)N_{y\theta};\ \ F_{\theta ИНt}(t) = \kappa_y\ddot{r}(t)\lambda_{y\theta},$$

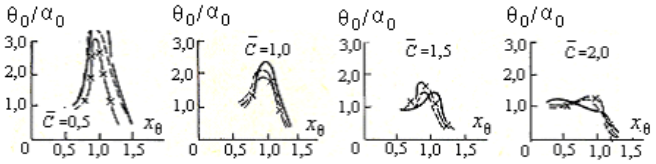
и после некоторых преобразований приходим к т.н. укороченному уравнению бортовой качки, в котором учитывается только главная часть возмущающего момента:

$$(J_X + \lambda_\theta)\ddot{\theta} + 2N_\theta\dot{\theta} + Dh\theta = \kappa_\theta\alpha_{Bt}(t)Dh. \quad (5)$$

Результаты решения уравнения (5) для традиционных однокорпусных судов дают, в общем, приемлемые результаты. Получается, что для однокорпусных судов рассматриваемая задача не является особо актуальной. Но для двухкорпусных судов дело обстоит совсем иначе. Это связано с тем, что, если для однокорпусного корабля присоединённый момент инерции массы при бортовой качке составляет 0,2-0,3 от собственного момента инерции, то для катамарана это величины одного порядка. Поэтому рассмотрим результаты выполненного нами в 1986 г. расчётного исследования бортовой качки катамаранов [6]. Для положения катамарана лагом к набегающим волнам сопоставлялись между собой результаты расчётов амплитудно-частотных характеристик бортовой качки $\frac{\theta_0}{\alpha_0}$ на основе соотношения Хаскинда-Ньюмана для плоской задачи, метода обращённого (относительного) движения и данные экспериментов [7,8], рис.1.



а



б

Рисунок 1 Сравнение результатов расчётов амплитудно-частотных характеристик бортовой качки для положения катамаранов лагом к регулярному волнению при отсутствии хода по методу относительного движения и по методу, основанному на соотношении Хаскинда-Ньюмана, [4], с данными эксперимента [7] (а) и [8] (б)

_____ -экспериментальные данные [7] (а) и [8] (б);

×—×—×- расчёт из работы [6] по методу относительного движения;

----------расчёт из работы [6] на основе соотношения Хаскинда-Ньюмана для плоской задачи.

На этом рисунке обозначено: λ- длина регулярной волны, *L*-длина судна и $x_\theta = \frac{\omega}{n_\theta}$, где n_θ - частота собственных бортовых колебаний судна. При расчёте дифракционной части возмущающего момента применялись соотношения, аналогичные (2)-(3). Было получено удовлетворительное согласование расчётных и экспериментальных данных. Поэтому для двухкорпусных судов может быть рекомендовано применение именно этих соотношений

Вывод. Обоснованно выбрать способ расчёта дифракционной части возмущающего момента для двухкорпусного судна можно только на основе сопоставления расчётных и экспериментальных данных. Удовлетворительное согласование расчёта и эксперимента достигается при использовании соотношений (2)-(3).

Литература

1.Благовещенский, С.Н. Качка корабля [Текст] / С.Н. Благовещенский // Л.: Судпромгиз, 1954.- 520 с.

2.Семёнов-Тян-Шанский, В.В. Качка корабля: [Текст] / В.В. Семёнов – Тян - Шанский, С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодилин. - Л.: Судостроение, 1969. - 392 с.

3.Благовещенский, С.Н.Справочник по статике и динамике корабля. Том 2. Динамика (качка) корабля

4.Бородай, И.К. Качка судов на морском волнении: [Текст] / И.К. Бородай, Ю.А. Нецветаев. - Л.: Судостроение, 1969. - 432 с.

5. Ремез, Ю.В. Качка корабля [Текст] / Ю.В. Ремез Л.: Судостроение, 1983.-328 с.

6. Соломенцев, О.И. О двух методах расчёта бортовой качки катамарана [Текст] / О.И. Соломенцев // Научно-технический сборник Регистра СССР. - Л.: Транспорт, 1986. - Вып. 15.-с.10-20.

7.**Wahab, R.** On the Behavior of the ASR Catamaran in Waves [Text] **/** R. Wahab, K. Pritchett , C. Ruth // Marine Technology, 1971. - Vol. 8. -№3.-p. 334-360

8.Кобернюк, Г.В. Некоторые результаты исследований мореходности катамаранов [Текст] / Г.В. Кобернюк, Ю.А. Нецветаев, Г.Г. Шевелев // Вопросы судостроения. - Серия "Проектирование судов". - Л.: ЦНИИ "Румб", 1976. - Вып. 10.-С. 76-97

УДК 629.576

ЭКРАНОПЛАНЫ – ИННОВАЦИОННЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ НОСИТЕЛИ СРЕДСТВ ОКЕАНОТЕХНИКИ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Зинкин В.Н., ассистент, Зубченко Р.Н., магистрант
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,

Одной из ключевых задач в направлении транспортных перевозок морем, подводных исследований и экспедиционной деятельности является задача создания высокоэффективных носителей для доставки подводной техники в районы исследований.

К таким скоростным средствам можно отнести экранопланы, которые в комплексе с подводной техникой способны высокоэффективно выполнять широчайший диапазон транспортных, подводных и экспедиционных работ, - поисковых, исследовательских, спасательных, разведывательных, гидрографических, служебных, военно-прикладных и т.п.

В настоящее время интерес к экранопланам огромен. Вполне возможно, что в мире назревает бум экранопланостроения и такие машины уже в ближайшие десятилетия станут важной частью мировой транспортной системы. [1,2,8]

Ряд государств проявляет сегодня интерес к коммерческим (пассажирским, туристическим, грузопассажирским) и «бизнес-класса» экранопланам. Вопрос сегодня в том, - сможет ли Украина строить эти летающие высокоэффективные корабли на базе имеемых производственных мощностей?

Создание экраноплана – это сложный инновационный проект, в комплексе которого сосредоточены проблемы новых материалов, бортовой энергетики и систем управления, гидро- и аэродинамики и т.п., которые решаемы только на базе самых высоких технологий, в том числе и нанотехнологий. Экраноплан найдет достойное применение как в народном хозяйстве, так и в военно-прикладной области. В общехозяйственном назначении его можно рассматривать как универсальное амфибийное транспортное средство, а в военно-прикладном – в качестве базовой платформы-носителя универсальных модулей – ударных, разведывательных, диверсионных (носителей боевых пловцов), десантных и т.п.

Любой вид транспорта оценивают по известному критерию «эффективность-стоимость», включающего такие параметры как скорость, дальность, грузоподъемность, зависимость от баз и погоды, стоимость проекта, его постройки и эксплуатации. [8]

Экраноплан при этом унаследовал от водоизмещающих судов большую грузоподъемность, вместимость и комфортабельность, а от самолетов – скорость, дальность и сравнительно малочисленный экипаж. В сравнении с самыми экономичными самолетами транспортная эффективность экранопланов в 1,5-2 раза выше, т.е. составляет 30-35%, а в перспективе может достигать более 50% от полной их массы. Так уровень технического совершенства экранопланов, в том числе их транспортная эффективность, в сравнении с традиционными транспортными средствами представлены на рис. 1 и табл. 1, а общий вид, тактико-технические характеристики и варианты их применения – на рис. 2-3.

Сравнение технико-экономических показателей экранопланов со скоростными судами при их использовании в качестве транспортных средств (как носителей различных объектов подводной техники) указывает на приемлемый уровень их конкурентоспособности, как по величине прямых эксплуатационных затрат, так и по общей стоимости жизненного цикла. При этом за счет более высокой скорости необходимая грузоподъемность экраноплана-носителя при равной транспортной работе может быть 2,5-3,5 раза меньше, но при этом он обеспечивает значительную всесезонную круглосуточную экономию во времени и максимальную дальность хода даже в неблагоприятных условиях. Экранопланам не нужны развитые причальные сооружения, высококлассные гидро- и аэродромы, они мало зависят от погодных условий, гораздо меньше подвержены морской качке.

Таблица 1 - Характеристики экранолета типа ЭЛ-7С «Шмель» в сравнении с различными транспортными средствами

Транспортные средства в данной весовой категории	Полный вес/вес полезной нагрузки, количество пассажиров	Расход топлива	Крейсерская скорость	Стоимость тонно/км (топливо, экипаж обслуж., амортиз.)	Цена транспортного средства	Условия применения
	кг	кг/км	км/час	$ США	тыс.$ США	
1	2	3	4	5	6	7
Самолет АН-2	5500/1500 9-12 пасс.	0,78	180	0,8	800	Подготовленная полоса 700 м, грунт. Авиабензин Б-92.
Вертолет Ми-2	3550/700 6-8 пасс.	1,38	170	2,8	1500	Грунт, лед. Авиакеросин ТС
Катер «Невка» на подводных крыльях	3000/1000 10 пасс.	0,62	70	0,8	200	Внутренние водоемы,причал. Диз.топливо
Судно «Барс» на воздушной подушке	3500/1000 8 пасс.	0,92	90	1,0	45	Амфибиен, вода, грунт,болото,лед Авиабензин А-76
Автомобиль ГАЗ-66-01	5500/2000 15 пасс.	0,19 шоссе 90 0,30 грунт 50		0,25 0,4	10	Повышенной проходимости 4х4, грунт. Бензин А-76
Экранолет ЭЛ-7С (автомобильные двигатели и системы)	3900/1500 14 пасс.	0,17	180	0,25	160	Амфибиен, на неподготовленные поверхности (море 3 балла), грунт, болото, лед. Бензин АИ-92

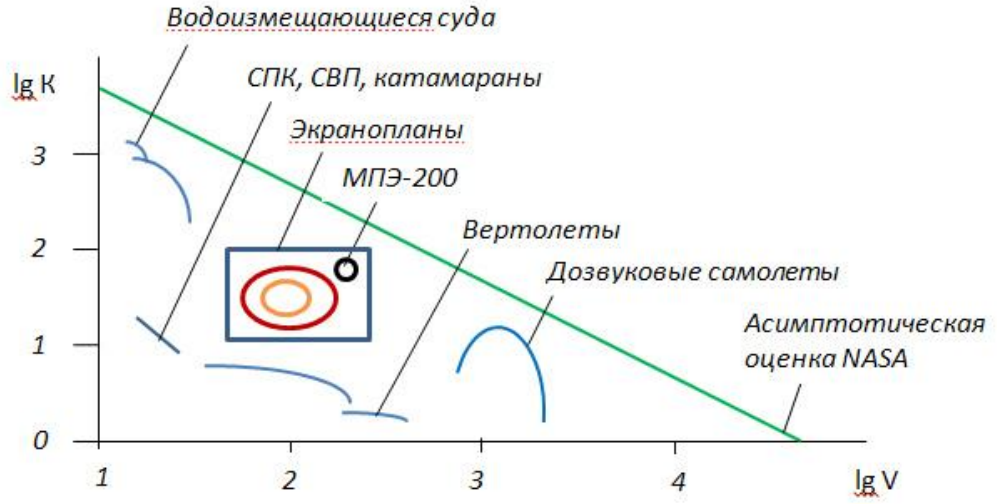
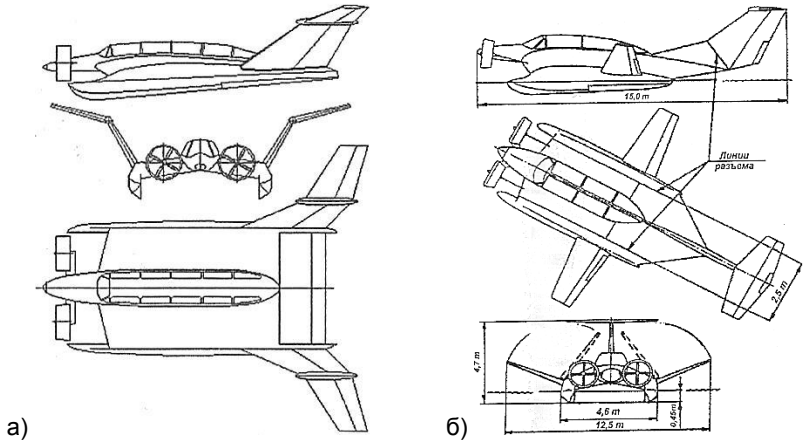


Рисунок 1 - Диаграмма Кармана-Габриэлли
где: V-скорость транспортного средства, км/час; K- относительное качество несущей системы транспортного средства.

Поэтому наиболее привлекательна идея использования экранопланов в качестве скоростных носителей подводной техники при подводных исследованиях в районах мирового океана, изобилующих большим количеством островов, рифов, не имеющих системы причальных сооружений и аэродромов.



а) б)

Рисунок 2 - Общий вид и основные тактико-технические характеристики:
а) серийный экраноплан типа ЭК-25. 2007 г.; б) экранолет типа ЭЛ-7С «Шмель».2000 г.

Модификация	ЭК-**25**	ЭЛ-**7С**
Максимальный стартовый вес, кг	5500	4000
Экипаж (исследователи)	2(25)	1(7-10)
Коммерческая нагрузка, кг	2500	1000
Двигатели	автомобильные	Автомобильные, ДВС
Тип	BMW S-73	
Количество, мощность, л.с.	2x400	2x250
Запас топлива (бензин), л	300	2x120
Дальность полета, км	-на высоте 0,8 м - 1120	-на высоте 0,5 м – 1000
	-на высоте 0,3 м - 1370	-на высоте 1,0 м - 700
Скорость полета, км/час		
-крейсерская	160-175	150
-максимальная	205	200
Волнение моря, баллы	4	3-4
Высота на рулении, м	0,1	0,1-0,2
Осадка, м	0,55	0,45
Габариты	20,1x18,2x5,1	15x12,5x4,7
Консоли сложены	20,1x8,3x5,6	15x4,6x4,7

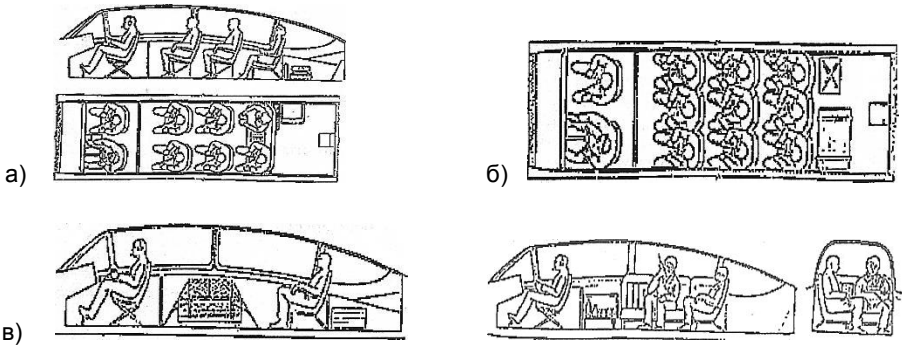


Рисунок 3 - Варианты применения экранолетов типа «Шмель»:

а) поисково-спасательный (7-8 спасаемых); б) экспедиционный (7-10 исследователей); в) научно-исследовательский (экипаж 3-4 человека, включая пилота и операторов подводных аппаратов) и подводного оборудования (П.А.).

Выводы:

В результате краткого обзора состояния экранопланов можно сделать вывод о перспективности такого рода оригинальных высокоэффективных всепогодных и амфибийных транспортных средств как платформ разнообразного назначения в подводных исследованиях, экспедиционной деятельности, транспортных и пассажирских перевозках морем, а также в решении служебных и военно-прикладных задач.

Список литературы

[1] **Богатов Л.И.** Экранопланы типа «Шмель». Феодосия. ФПО «Море». 2000 г. -20с.

[2] **Богатов Л.И.** Экранопланы типа «Шмель». Феодосия. ФПО «Море». 2005 г. -75с.

[3] **Зинкин В.Н.** Применение гибких солнечных элементов в электродвижении экранопланов. Доклад на научно-технической конференции НУК. 28.04.2006 г. Николаев.

[4] **Зинкин В.Н., Слижевский С.Н.** Применение экранопланов в качестве высокоэфективных скоростных носителей подводных аппаратов. Доклад на V Всеукраинской научно-технической конференции НУК.18-20.11.2015 г. Николаев.

[5] Екраноплани. Сучасний стан та перспективи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://www.atx.ru/docs/7/2010/10/31/1202/.

[6] Екраноплани типу «Джміль», «Іволга». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: email: trekivolga@mtu-net.ru/

[7] Екраноплани. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http//ru.wikipedia.org/wiki/.

[8] **Маскалик А.И.** Экранопланы – транспорт XXI века. Судостроение №5, 2002 г. стр.9-16.

УДК 629.5.01

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ

Король Ю.М., Боднарчук Ю.С.,

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина

В условиях постоянной конкуренции преимущество получает та судостроительная кампания, которая осуществляет проектирование и постройку судов с учетом эффективной минимизации затрат топлива в период эксплуатации.

Расходы на топливо на ходу определяются исходя из удельных норм расхода и цены одной тонны судового топлива определяется по формуле [1]

$$C_{ход} = K_{зап} \cdot K_{м} \cdot Q_{ход} \cdot Ц_{пм} \cdot T_{х},$$

где $К_{зап}$ – коэффициент запаса, равен **1,1÷1,2**; $К_{м}$ = 1,07 - коэффициент, учитывающий расход масла; $Ц_{пм}$- оптовая цена одной тонны судового топлива; $Т_{х}$ - ходовое время судна в год, а расход топлива в сутки (тонн) на ходу по формуле

$$Q_{ход} = 24 \cdot q_{П} \cdot N_{ГД} \cdot 10^{-6}$$

$q_{п}$ - удельный расход топлива, г / на кВт в час; $N_{гд}$ - мощность главного двигателя, кВт.

Использование локального регулятора распределения давления (ЛРРТ) на днищевой поверхности судна уменьшает сопротивление судна и влияет на уменьшение расхода топливо следующим образом. Полное сопротивление движению судна определяется как сумма отдельных составляющих:

$$R = R_{ф} + R_{т} + R_{в} + R_{вч} + R_{пов}$$

Это сопротивление называют буксировочным. Мощность, необходимая для движения судна со скоростью v, называется буксировочной мощностью (кВт):

$$EPS = \frac{R \cdot v}{1000},$$

где R – полное сопротивление, Н; v – скорость судна, м/с.

Мощность на фланце главного двигателя больше буксировочной, так как при ее определении необходимо учитывать пропульсивный коэффициент η ($\eta = \eta_{р}\eta_{к}$, где $\eta_{р}$- коэффициент полезного действия движителя, а $\eta_{к}$- коэффициент влияния корпуса), КПД редуктора $\eta_{ред}$, КПД валопровода $\eta_{в}$ (Опорных и упорных подшипников) или других специальных передач:

$$N_{ГД} = \frac{EPS}{\eta\eta_{ред}\eta_{в}}$$

Правильный выбор размеров и места расположения ЛРРТ способствует уменьшению полного сопротивления судна, что существенно влияет на расход топлива судном [3].

В данном докладе описывается процесс определения места расположения, формы и размеров ЛРРТ на различных объектах. Приводятся результаты расчетов и рекомендации к применению.

Вывод.

Поиск оптимальных размеров и места расположения ЛРРТ является предметом исследования и в дальнейшем после накопления достаточного опыта их проектирования можно будет разработать общие рекомендации для их практического применения.

Список литературы:

1. **Пашин, В.М.** Оптимизация судов [Текст]/ В.М. Пашин - Ленинград : Изд-во «Судостроения»,1983 – с.285
2. **Matveev K.I., Miller M.J.,** 2011, Air Cavity with Variable Length under Model Hull [text]/ K.I. Matveev, M.J. Miller, - London : Publishing house «Journal of Engineering for the Maritime Environment», 2011 - 225, pp. 161-169.
3. **Девнин, С.И.** Аэрогидромеханика плохообтекаемых конструкций [Текст]/ С.И. Девнин - Ленинград : Изд-во «Судостроения»,1983 – с.335

УДК 629.5.017

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛНИЯ БУКСИРОВОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ

Король Ю.М., Санжаревская Н.Г.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Как известно, CFD-моделирование достаточно эффективное и надежное средство для исследования влияния формы корпуса судна на его буксировочное сопротивление. Однако использование этого метода для определения экстремума целевой функции в задачах оптимального проектирования судов проблематично из-за непомерно больших затрат машинного времени даже на компьютерах большой мощности. Поэтому, в первом приближении, при построении математической модели целевой функции для определения буксировочного сопротивления предлагается использование данных систематических модельных испытаний судов в опытовых бассейнах в виде совокупности графиков функций влияния параметров формы. Так для катамаранов [1] авторами настоящего доклада [2] выполнена оцифровка данных буксировочных испытаний моделей С925 и С932, сформирована база данных для многопараметрической математической модели и выполнены пробные расчеты остаточного сопротивления в пределах серий с помощью сплайн интерполяции.

В настоящем докладе излагаются принципы построения модуля целевой функции для определения полного сопротивления катамаранов С925 и С932. Отмечается, что принцип построения этого модуля сохраняется для любых типов судов, а используемый инструмент сплайн интерполяции не вносит

дополнительных погрешностей, свойственных методам аппроксимации. Приведены функции влияния для этих катамаранов и результаты расчетов.

Выводы. Определение сопротивления по разработанному алгоритму и программному обеспечению не вносит погрешностей в процесс оптимизации целевой функции проектирования если параметры формы корпуса не выходят за ограничения рассматриваемых серий. Оптимизация формы катамаранов при параметрах, полученных в процессе оптимизации может осуществляться в последующих приближениях при помощи CFD-моделирования.

Список литературы

1. **Claudio Pensa.** Experimental Investigation on Two Displacement Catamarans: Systematic Variation of Displacement, Clearance and Stagger [Article]/ The International Journal of Small Craft Technology. – 2007. – 11p.

2. **Король Ю.М., Любицкая Н.Г.** Разработка многопараметрической математической модели для определения буксировочного сопротивления серийных катамаранов [Текст] / Ю.М. Король, Н.Г. Любицкая // Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд (23.05-24.05.2018): тез. Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. / Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – 2018. – С. 25-27.

УДК 665.6

УСТРІЙ ТА СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ КОНТАКТНО-КАВІТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ

Уваров Володимир Анатолійович, к.т.н., доцент Херсонської філії НУК
Авдюнін Роман Юрійович, викладач Херсонської філії НУК,
Єложенко Олексій Олександрович, студент

Розроблена та впроваджена у виробництво технологія, що забезпечує за рахунок зменшення контактно-кавітаційних руйнувань робочих поверхонь лопатей гребних гвинтів суден підвищення строку їх служби не менше ніж у 2 рази.

Запропонований спосіб [1] та устрій [2] мають суттєві відмінності від раніше застосовуваних на практиці.

При обробці гребних гвинтів магнітним полем [1] в спеціальному контейнері [2] формується більш сприятлива для опору контактно-кавітаційним руйнуванням поверхня тертя.

Встановлено достатньо надійну відповідність між інтенсивністю зниження критерія Δ по Крагельскому І.В. за рахунок обробки магнітним полем і зменшення контактно-кавітаційних руйнувань робочих поверхонь гребних гвинтів.

Література

1. Положительное решение ВНИИГПЭ от 26.09.90г. О выдаче авторского свидетельства на «Способ обработки деталей» по заявке №4780130/27-132860. Авторы Ф.П. Снеговский, В.А. Уваров и др.
2. Положительное решение ВНИИГПЭ от 13.02.91г. о выдаче авторского свидетельства на «Грузозахватное устройство» по заявке №4768702/II/147545. Авторы: В.А. Уваров, Ф.П. Снеговский, В.П. Кучеренко

«ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР», КОТОРЫЙ ВЕЗДЕ, ВСЕГДА И ВО ВСЁМ…

Кривощеков В.Е.,
Учебно-исследовательский Центр «Надёжность в судоходстве», Одесса, Украина

«Человек как мера всех вещей» /Геродот и автор/

Вторая Природа - мир машин, созданная человечеством на планете Земля, её дальнейшее разрастание и усложнение представляют всё большую угрозу для Природы первой – естественной и божественной. При этом значимость менеджмента/управления миром машин вообще, и менеджмента качества, в частности, постоянно возрастает. Главенствующую роль в этом процессе играет, конечно, сам человек, объединения людей, созданные ими организационные структуры. Так называемый «человеческий фактор», что признано с конца прошлого века, на 75-80% является первопричиной всех аварий,

происшествий и катастроф в Природе второй, что автоматически приводит к катаклизмам с отрицательными последствиями в Природе первой. Гармонизация взаимодействия/взаимоотношения в обеих Природах возможна в принципе, но очень затруднена её фактическая реализация, поскольку проявляется фактор Природы третьей – природы самого человека во всех его противоречиях и разнонаправленности целеполагания.

О методологии уже существующей в оценке надёжности/качества человека – конструктора/оператора машин во всех отраслях человеческой жизнедеятельности говорится в последнее время очень много. Особо важность этой методологии и значимость её практической реализации просматривается в процессах достижения безопасности мирового судоходства, поскольку мореплавание на 80-85% обеспечивает связи мирового производства и мировой торговли. Эти связи могут разрушить или нанести им существенный ущерб/вред всего лишь какой-то миллион моряков – профессиональных операторов морских судов мирового торгового флота при условии, что они не соответствуют существующим и будущим критериям надёжности/качества. Более того, на безопасность этих связей влияют другие люди, с другим целеполаганием, например, пираты, террористы, субстандартные конкуренты, некомпетентные менеджеры и др. Автор неоднократно выступал по этим и смежным проблемам на международных форумах за прошедшие более 20 лет – см. уже выпущенные сборники материалов конференций.

В конце 2016 года генеральным секретарем Международной морской организации (IMO, London), Китак Лимом, был официально открыт Исследовательский центр морской безопасности, который призван обеспечить переход от «учебы на ошибках» к риск-обоснованному законодательству и единым стандартам во всём мировом судоходстве. Центр основан на партнерстве, с участием университета Стратклайд в Департаменте кораблестроения Глазго (Великобритания), компаний Royal Caribbean Cruises (США) и DNV GL (Норвегия и Германия). Впервые в мире, работа целого центра направлена на повышение безопасности на море посредством тесного сотрудничества между промышленными и научными обществами для создания и усовершенствовании общих мировых разработок и исследований в области безопасности и сохранности жизни на земле и на море посредством разработки и внедрения нового подхода к управлению рисками, разработки экономически эффективных мер снижения рисков — как активных, так и пассивных. Эти исследования будут направлены на создание эффективных мер безопасности для новых и уже существующих судов и др. морских объектов. Исследования и разработки центра также будут способствовать повышению уровня образованности моряков в вопросах безопасности и постоянному развитию нормативно-правовой базы. Не менее важным является создание возможности для среднесрочных и долгосрочных исследований, в которых рассматривается негативное воздействие различных факторов на судно и окружающую среду, что повысит доверие всех сторон морского бизнеса (и не только).

Характерно, что в конце 1995 года автором был создан в Одессе – морской столице Украины - Одесский учебно-исследовательский центр (ОУИЦ) «Надёжность в судоходстве» с аналогичными целями. Поддержку в его создании оказал Государственный департамент морского и речного транспорта Украины (ликвидирован), Институт проблем прочности НАНУ (еле дышит), Всеукраинская ассоциация «Надежность» (еле дышит), Регистр судоходства Украины (ликвидирован). ОУИЦ действует и сегодня, но без какой-либо официальной или партнёрской финансовой поддержки. И это не удивительно: в Украине не было, нет и сейчас никакой государственной морской политики. По словам нынешнего министра инфраструктуры Украины Владимира Омеляна: – «…в морской отрасли полный бардак!..». Особо умиляет то, что, будучи ст. научн. сотрудником и доцентом Одесской национальной морской академии, с 2015 года превратившейся в Национальный университет (!?), мне так и не удалось с конца прошлого века добиться понимания среди топ-менеджеров своего ВУЗа, да и всей морской индустрии Украины важности факторов и процессов надёжности/качества в судоходстве, особенно в подготовке новых украинских моряков…. Моё убеждение в дидактической, психологической и культурной (вообще) некомпетентности ректората, деканатов и основной массы действующих преподавателей в морской академии с годами только укрепилось. Подтверждением тому является включение Украины в 2018 году в «чёрный список» Парижского меморандума – Европейского соглашения по контролю судов государств флага. Причём из этого «черного списка» Украина не «вылазит» уже более 10 прошедших лет! В итоге на сегодняшний день моя настойчивость, как создателя и директора ОУИЦ «Надежность в судоходстве», в решении обозначенных актуальных проблем привела пока лишь к моему вынужденному увольнению из Одесской морской академии в угоду дальнейшему процветанию там коррупционных схем по приёму, обучению и выпуску «дипломированных недоучек». Из них, правда, по прошествии десятилетий и назло всем схемам появляются иногда реальные профессионалы, но, к сожалению, количество их очень мизерно….

Подробности см. на сайте: http://krivoshchekov.at.ua

Секція. 8.
ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

УДК 621.311

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ХВИЛЬОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Блінцов В.С., Білюк І.С.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Сучасне світове виробництво енергії характеризується домінуванням технологій, які базуються на спалюванні мінеральних ресурсів: вугілля, нафтопродуктів, газу. Запаси невідновлювальних джерел енергії обмежені та є вичерпними, а їх використання призводить до істотного погіршення екологічного стану навколишнього середовища.

Тому одним з пріоритетних напрямків розвитку сучасної енергетики є використання відновлювальних джерел енергії, які мають практично невичерпні ресурси, що дозволить знизити негативний вплив енерговиробництва на довкілля, підвищити енергетичну і екологічну безпеку. З іншого боку, розвиток альтернативної енергетики сприяє зміцненню енергетичної незалежності та економічної стабільності країни – споживача енергії.

Серед відновлювальних джерел енергії морські хвилі розвивають найбільшу питому потужність. Використання лише певної частки сукупної енергії хвиль Світового Океану для виробництва електроенергії досить для істотного збільшення цього виробництва без нанесення будь-якої шкоди екосистемі планети [1]. Тому питання розробки перетворювачів енергії хвиль є актуальним і перспективним.

Одним з найбільш розповсюдженим пристроїв для отримання електричної енергії з енергії хвиль є хвильові електростанції (ХвЕС). Хвильові електростанції – перспективне джерело екологічно чистої енергії, розробці яких приділяється велика увага з 70-х років минулого сторіччя. За оцінками вчених загальний потенціал хвильової енергетики в усьому світі близько 2 ТВт. Найперспективнішими вважаються західне узбережжя Європи, Австралія, Нова Зеландія, північне узбережжя Великобританії, деякі ділянки узбережжя Північної та Південної Америки [2]. Створення ХвЕС визначається вибором оптимальної конструкції станції відповідно до умов акваторії використання. Досвід експлуатації існуючих установок показує, що виробляється ними електроенергія поки в 2-3 рази дорожче традиційної, але в майбутньому очікується значне зниження її вартості [3].

Найбільш відомі промислові ХвЕС введені у експлуатацію в Норвегії (потужність біля 1 МВт), Шотландії («Oyster» – 600 кВт) Португалії («Pelamis Wave Power» – 2,25 МВт), Австралії («Oceanlinx» – біля 1,5 МВт). У Швеції на початку 2016 року почав генерувати електроенергію Sotenas Wave Power Plant – перший у світі парк установок, що використовує хвильову енергію потужністю 1 МВт.

Сучасні ХвЕС використовують для своєї роботи наступні основні перетворювачі енергії хвиль [3, 4]:

– перетворювачі з коливальними елементами ("качка" Солтера, пліт Коккерела);

– пристрій OWC (осцилююча водяна колона), в якому енергія водяного стовпа, що змінює свою висоту під впливом морських хвиль, створює гідравлічний або повітряний потік, що направляється на турбіну Уеллса;

– індукційні хвильові генератори у вигляді точкових буїв (електромагнітні буї);

– підводні буї, що перетворюють енергію хвиль на електричну за допомогою лінійного генератора (AWS – Архімедів хвильовий маятник);

– гідропневматичні перетворювачі (пневмобуй Масуди);

– пристрої TAPCHAN та Wave Dragon, що працюють за рахунок переливу і явища екстракції (посилення) енергії води з наступним проходом через низьконапірну турбіну;

– спіральний плаваючий ротор як енергопоглинаючий елемент.

Не зважаючи на велику кількість розробок та патентів перетворювачів енергії хвиль, актуальними залишаються питання наукових досліджень процесів керованого перетворення енергії в ХвЕС, проектування та виробництва перетворювачів, їх налаштування та експлуатації, передачі електроенергії від ХвЕС до споживача.

Враховуючі географічне розташування України, особливу увагу викликає проблема створення ХвЕС для виробництва енергії в акваторіях Чорного та Азовського морів, в умовах роботи на малих та середніх хвилях. Перспективним є використання цих електростанцій як для живлення малопотужних споживачів (морських навігаційних пристроїв та інш.), так і для передачі електричної енергії до берегової мережі. Актуальним питанням також є використання ХвЕС як аварійних та додаткових джерел енергії на судах та суднових рятувальних засобах.

У доповіді розглядаються питання класифікації сучасних технічних рішень щодо реалізації ХвЕС та формулюються наукові задачі створення таких засобів морської енергетики для Азово-Чорноморського регіону.

Література

1. **Алхасов А.Б.** Возобновляемая энергетика [Текст] / А.Б. Алхасов. – М.: Физматлит, 2012. – 256 с.– ISBN 978-5-9221-1244-4.

2. Ocean Energy Strategic Roadmap 2016, building ocean energy for Europe. Ocean Energy Forum. 2016 [Electronic resource], 2016 - URL:https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/sites/maritimeforum/files/OceanEnergyForum_Roadmap_Online_Version_08Nov2016.pdf/

3. **Блинцов В. С.** Основные направления повышения энергетической эффективности волновых электростанций [Текст] / В. С. Блинцов, Нгуен Тхань Хай // Сборник научных трудов НУК. – 2010. – Т. 435, № 6. – С. 122–130.

4. **Joao Cruz** Ocean Wave Energy: Current Status and Future Prespectives. – Springer, 2008. – 431 pages.

УДК 621.314.2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ РЕЗОНАНСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ З ЧАСО-ІМПУЛЬСНИМ КЕРУВАННЯМ

Павлов Геннадій Вікторович, д.т.н., проф.; Вінниченко Ірина Леонідівна; Покровський Михайло Володимирович, к.т.н.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Поява на ринку перетворювачів частоти з покращеними динамічними характеристиками [1] не усуває методологічну проблему зниження втрат перемикання і зовсім не вирішує проблему покращення спектрального складу силового струму і його впливу як на мережу живлення, так і на споживачів електроенергії. В той же час проблема електромагнітної сумісності в сучасних технічних системах значно загострюється тому, що з одного боку окремі споживачі висувають підвищенні вимоги до синусоїдальності струму, а з іншого боку сучасна теле- та радіоапаратура дуже чуттєва до польової складової електромагнітної завади. Авторами запропоновано [2] перетворювач частоти, який поєднує в собі переваги імпульсної модуляції та м'якої комутації силових транзисторів, що дозволило покращити його енергоефективність та електромагнітну сумісність із споживачем. Метою даної роботи є аналіз результатів експериментальних випробувань запропонованого перетворювача та їх порівняння із теоретично очікуваними результатами.

Структурнау схема резонансного перетворювача частоти із системою керування, що дозволяє отримати низькочастотну вихідну напругу із низьким коефіцієнтом несинусоїдальності в режимі мінімальних динамічних енерговитрат представлено на рис. 1.

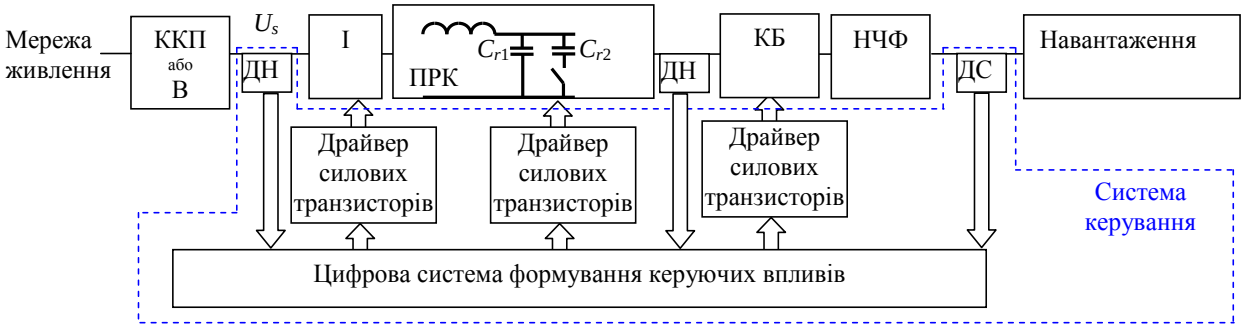


Рис. 1. Структурна схема перетворювача частоти на основі резонансного інвертора

На вхід перетворювача подається мережева напруга 220 В з частотою 50 Гц, яка надходить до блока живлення, що представляє собою обернено ходовий перетворювач та формує постійну напругу +15 В для живлення мікросхем дискретної логіки та операційного підсилювача. Для компенсації коливань напруги мережі живлення в експериментальному зразку присутній коректор коефіцієнта потужності, який генерує дуже стабільну постійну напругу на шині та дозволяє забезпечити електромагнітну сумісність пристрою із мережею живлення. Таким чином, на вхід резонансного інвертора приходить постійна напруга 400 В із виходу фазокоректора ККП. В якості силових ключів інвертора *VT*1-*VT*6 обрано *IGBT*-транзистори *FGH*40*N*60*SMD*. В якості елементів резонансного контуру виклоистовувались резонансний дросель з індуктивністю 1,71 мкГн, три послідовно з'єднаних конденсатора ємністю 100 нФ (результуюча ємність 133 нФ), резонансний конденсатор ємністю 100 нФ, що представляє собою додатковий резонансний конденсатор, який використовується для зміни власної частоти резонансного контура.

Цифрова адаптивна система керування в реальному часі формує бажану синусоїдальну напругу на виході перетворювача частоти. Функції керування, а саме формування керуючої послідовності імпульсів для забезпечення вихідної синусоїдальної напруги перетворювача частоти, виконує мікроконтролер *STM*32*F*103.

Функцію датчика вихідного струму перетворювача виконує трансформатор струму *CT*2 разом із прицезійним випрямлячем *LM*358, сигнал із якого приходить на вхід АЦП мікроконтролера *ADC*0. Струмовий захист транзисторів *VT*1 та *VT*2 здійснюється завдяки трансформатору струму *CT*1 за рахунок тригера та елементів АБО-НІ, що входять до складу мікросхеми 74*HC*17.

Осцилограми вихідних струму та напруги (в), несучих імпульсів напруги та сформованої вихідної синусоїдальної напруги (г), імпульсів резонансних струму та напруги (д) представлено на рис. 2

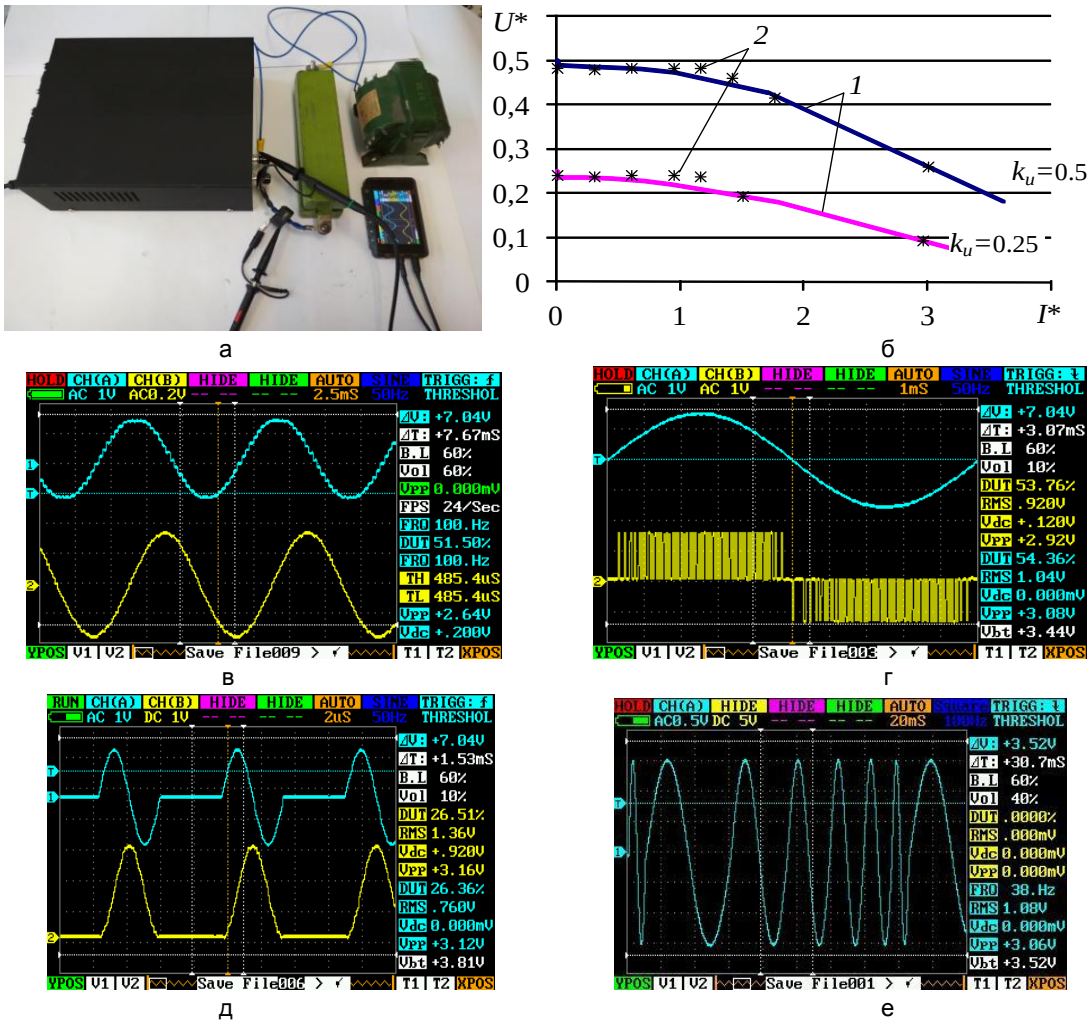


Рис. 2. Експериментальний зразок ПЧ (а); сімейство зовнішніх характеристик перетворювача частоти, отриманих в результаті розрахунків відповідно до математичної моделі та в результаті експериментальних випробувань перетворювача (б); осцилограми вихідних струму та напруги (в), несучих імпульсів напруги та сформованої вихідної синусоїдальної напруги (г) імпульсів резонансних струму та напруги (д) ПЧ; осцилограма напруги на навантаженні при миттєвій зміні вихідної частоти ПЧ в послідовності: 20 Гц, 30 Гц, 40 Гц, 50 Гц, 60 Гц, 100 Гц при активному навантаженні (е)

(L_r = 1,71 мкГн; C_{r1} = 33 нФ; C_{r2} = 100 нФ; U_s / 2 = 200 В; L_f = 0,16 мГн; C_f = 10 мкФ; R_{out} = 1,4 Ом; L_{out} = 6,8 мГн)

Для отримання осцилограм в якості датчика струму використовувався трансформатор струму AS-100 1:50 із навантажувальним резистором 25 Ом, а для масштабування напруги використовувався подільник напруги із коефіцієнтом масштабування 1:60.

На рис. 2, б зображено сімейство зовнішніх характеристик перетворювача частоти, отриманих в результаті розрахунків відповідно до математичної моделі (*1*), та отриманих в результі випробувань експериментального зразка (*2*). Результати, отримані під час експериментальних випробувань ПЧ, показують хорошу збіжність з теоретичними. Завдяки роботі адаптивної системи керування подовжено робочий (жорсткий) діапазон зовнішньої характеристики, про що свідчать експериментально отримані точки зовнішньої характеристики.

Таким чином, перетворювач частоти формує вихідну низькочастотну напругу із амплітудою U_{out_m} = 90 В та частотою 100 Гц. Амплітуда вихідного струму I_{out_m} = 20 А. Експериментальні випробування перетворювача частоти із адаптивною системою керування показали адекватність його роботи та продемонстрували розширення робочого діапазону зовнішньої характеристики на 10%.

Завдяки запропонованому керуванню перетворювачем частоти на основі резонансного інвертора вдалося досягти позитивних результатів у підвищенні ефективності перетворювача та покращенні його електромагнітної сумісності із оточуючими пристроями та мережею живлення. Жорсткість зовнішньої характеристики перетворювача та запропоноване в даній роботі адаптивне керування дозволяють утримувати бажану вихідну синусоїдальну напругу при зміні навантаження в широкому діапазоні.

Розроблений закон часо-імпульсного керування резонансним інвертором дозволяє забезпечити глибоке регулювання вихідної напруги перетворювача з мінімальними комутаційними втратами і жорсткою зовнішньою характеристикою в її робочому діапазоні. Крім того, формат розробленого закону керування дозволяє в реальному часі змінювати як частоту, так і амплітуду вихідної напруги, задаючи їх бажані величини, які після встановлення впливають лише на відносну частоту перетворювача k_f=f_{out}/f_r та відносну напругу k_u=(2U_{out})/U_s, що фігурують в законі керування, та не впливають на характер закону. При зміні коефіцієнтів вже на наступному кроці алгоритму роботи перетворювача відбудуться зміни вихідної напруги. Це перевірено за допомогою експериментального зразка перетворювача, для якого програмно задано по закінченню повного періоду вихідної синусоїдальної напруги здійснювати зміну її частоти в наступній послідовності: 20 Гц, 30 Гц, 40 Гц, 50 Гц, 60 Гц, 100 Гц. На рисунку 2, е представлено осцилограму напруги на навантаженні перетворювача при миттєвій зміні вихідної частоти ПЧ в заданій послідовності при активному навантаженні.

В даному перетворювачі частоти використовується програмне регулювання амплітуди та частоти вихідної напруги, що дозволяє здійснювати керування без підстроювання опорної напруги та використання зворотного зв'язку по напрузі. А завдяки зворотному зв'язку по струму система керування може визначити положення поточної робочої точки зовнішньої характеристики перетворювача. Це робить реальною можливість використання даного перетворювача в традиційних додатках застосування перетворювачів частоти, зокрема для пуску та гальмування двигунів змінного струму.

Література

1. **Григораш О.В.** Преобразователи частоты с улучшенными техническими характеристиками [Текст] / О.В. Григораш, Е.А. Денисенко, П.Г. Корзенков, А.В. Бондарчук // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2016. – № 115. – сс. 1 – 13.

2. **Павлов Г.В.** Адаптивна система керування перетворювачем частоти на основі резонансного інвертора з нелінійним регулюванням [Текст] / Г.В. Павлов, І.Л. Вінниченко, М.В. Покровський // Технічна електродинаміка, 2018 – № 5. – сс. 39-43.

УДК 681.5

ПРОБЛЕМИ БЕЗДАТЧИКОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Білюк Іван Сергійович, Шарейко Дмитро Юрійович, Фоменко Андрій Миколайович, Савченко Олег Валерійович, Борсук Вячеслав Васильович.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Завдання побудови високоякісного асинхронного електропривода з векторним керуванням без використання будь-яких датчиків, розміщених на валу або вбудованих у двигун, постійно привертає увагу розробників з моменту появи самого терміна «векторне керування» стосовно асинхронного двигуна на

початку 1970-х років. Область застосування таких електроприводів визначається наступними умовами: механізм висуває підвищені вимоги до швидкодії привода; в приводі потрібне регулювання електромагнітного моменту на валу двигуна; не потрібна висока статична точність і широкий діапазон регулювання швидкості (діапазон не більше 100); встановлення датчика швидкості на вал двигуна неможлива за умовами експлуатації, технологічним, вартісним або іншим обмеженням. Типовими об'єктами є електроприводи (ЕП) підйомно-транспортних засобів, механізмів намотування, екструдерів, працюючих в пожежонебезпечних, вибухонебезпечних, хімічно і радіоактивних середовищах, в умовах підвищених вібрацій і ударних механічних навантажень. На рисунку 1 наведена структурна схема бездатчикового електропривода змінного струму.

.

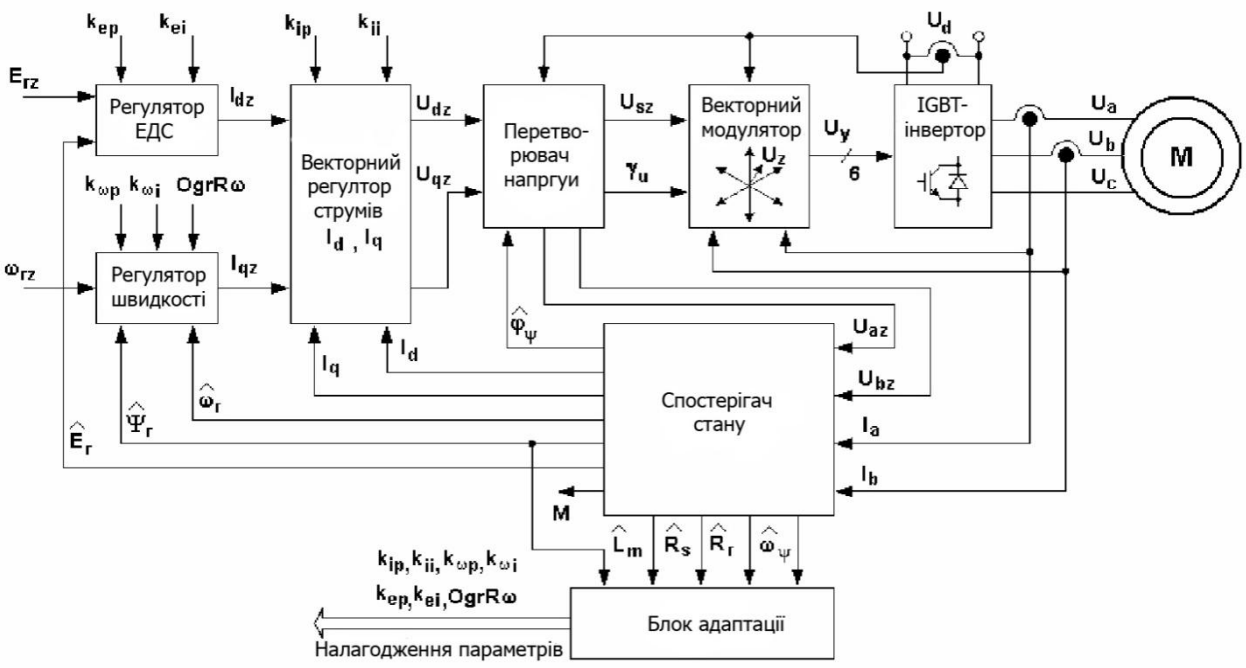


Рисунок 1 Структурна схема електроприводу

Векторний модулятор реалізує «трикутний» алгоритм просторово-векторного формування вихідної напруги IGBT-інвертора з функцією компенсації «мертвого часу» і затримок переключення силових ключів. Спостерігач стану реалізує обчислення всіх змінних і параметрів двигуна, необхідних для реалізації алгоритму адаптивно-векторного керування, за інформацією про двох фазних струмах статора і двох заданих значеннях фазних напруг. Блок адаптації виконує перерахунок параметрів регуляторів системи керування в залежності від відхилення параметрів двигуна, що проявляється в процесі роботи двигуна.

Аналіз представлених діаграм і інших результатів дослідження чутливості дозволяє зробити наступні висновки:

- найбільш чутливий електропривод до зміни активного опору статора, яке відчутно впливає як на статичні, так і динамічні характеристики. Чутливість до зміни R_S є функцією швидкості і навантаження. Найбільш сильного впливу схильні характеристики приводу в області малих частот (менше) , аж до втрати працездатності, що виявляється у виникненні автоколивального режиму роботи з великими пульсаціями змінних. Зокрема, при До $\breve{R}_S = 1{,}2R_S$, електропривод з двигуном 4А112МА6У3 втрачає працездатність на швидкостях, менших 0,05 ;

- зміна активного опору ротора впливає на статичну помилку у швидкості і не впливає на точність орієнтації системи за вектором потокозчеплення ротора і на динамічні характеристики приводу. Статична помилка у швидкості є функцією навантаження і не залежить від рівня швидкості;

- зміна взаємної індуктивності незначно позначається на орієнтації та динамічних характеристиках приводу при роботі на швидкостях, менших номінальної. Статична помилка в швидкості зростає з ростом навантаження і при роботі з постійним потокозчеплення ротора не залежить від рівня швидкості. Чутливість приводу до зміни L_m істотно зростає на швидкості, що перевищує номінальну, аж до відмови сприймати завдання за швидкістю вище певного рівня. Зокрема, при $L_m = 0{,}9L_m$ електропривод з двигуном 4А112МА6У3 не розганяється вище ;

- зміна індуктивностей розсіювання у зв'язку з насиченням зубцевої зони двигуна потоками розсіювання помітним чином проявляється при кратностях струму статора, що перевищують (2-3) від

номінального значення і, як правило, не перевищує 30 %-ого зниження щодо свого ненасиченого значення, навіть при струмах прямого пуску двигунів на номінальну напругу. Результати моделювання та експерименту показали, що 50 %-ві зміни σL_s , не впливають суттєво на характеристики привода;

- дослідження чутливості електроприводу до величини «мертвої зони» перемикання транзисторів інвертора показали, що у разі коректної параметричної настройки приводу саме наявність «мертвої зони » є чинником, що обмежує діапазон регулювання приводу вниз від номінальної швидкості. Це проявляється у зростанні на малих швидкостях низькочастотних (шестикратних по відношенню до періоду основної гармоніки) пульсацій в швидкості і в електромагнітних змінних приводу. Величина цих пульсацій зростає із збільшенням частоти модуляції і величини «мертвої зони». Причина пульсацій полягає у відхиленні реальної напруги статора від його заданого значення, сформованого без урахування тимчасових затримок перемикання ключів інвертора;

- введення в привід алгоритмів адаптації до R_s , R_r , L_m і компенсації затримок перемикання ключів інвертора дозволяє істотно поліпшити його характеристики, а саме: знизити чутливість до зміни параметрів в процесі роботи, розширити діапазон регулювання швидкості як вниз, так і вгору від номінального, знизити рівень пульсацій змінних на малих швидкостях. Дослідження чутливості електроприводу до величини «мертвої зони» перемикання транзисторів інвертора показали, що у разі коректної параметричного налагодження приводу саме на явність «мертвої зони » є чинником, що обмежує діапазон регулювання приводу вниз від номінальної швидкості. Це проявляється у зростанні на малих швидкостях низькочастотних (шестикратних по відношенню до періоду основної гармоніки) пульсацій в швидкості і в електромагнітних змінних приводу. Величина цих пульсацій зростає із збільшенням частоти модуляції і величини «мертвої зони». Причина пульсацій полягає у відхиленні реальної напруги статора від його заданого значення, сформованого без урахування тимчасових затримок перемикання ключів інвертора. Так як розрахунок змінних приводу виконується на основі заданої напруги статора, то ця помилка проявляється у всіх обчислених змінних.

Література

1. **Виноградов А.Б.** Адаптивная система векторного управления асинхроным электроприводом / Виноградов А. Б., Чистосердов В. Л., Сибирцев А. Н. - Электротехника. - № 7. - 2003. - С. 50-55.
2. **Виноградов А.Б.** Векторное управление электроприводами переменного тока / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».- Иваново, 2008.- 298 с. - ISBN.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ПРОСТОРОВОГО РУХУ БЕЗЕКІПАЖНОЇ ПІДВОДНОЇ БУКСИРУВАНОЇ СИСТЕМИ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

Блінцов Олександр Володимирович, доктор технічних наук, завідувач кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки
Національний університет корабелбудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв
Соколов Володимир В'ячеславович, головний інженер – перший заступник генерального директора
Державне підприємство «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. О.М. Макарова», м. Дніпро

Буксирувані підводні системи (БПС) широко застосовуються при виконанні морських робіт і мають велику історію розвитку [1]. Вони мають ряд переваг у порівнянні з іншими видами підводної робототехніки: можливість обстеження великих обсягів водної товщі та значних площ донної поверхні, можливість комплексного дослідження параметрів водного середовища, можливість оперативної обробки отримуваної інформації про підводне середовище у реальному часі, відносна простоті конструкції та низька вартість створення БПС у порівнянні з самохідними підводними апаратами-роботами.

Особливу актуальність набувають безекіпажні морські системи [2], в тому числі безекіпажні БПС (ББПС) (рис. 1, ***а***).

Безекіпажні БПС відрізняються від класичних тим, що замість судна забезпечення застосовується безекіпажний надводний носій (БНН). Для виконання операцій спуску БПА на воду та підйому БПА на борт БНН без участі людини застосовуються автоматизовані спуско-піднімальні пристрої (СПП). Керування всіма операціями відбувається дистанційно через модуль цифрового радіозв'язку (МЦР). В іншому структура ББПС відповідає класичній: кабельна лебідка (КЛ) розташовується на БНН, кабель-буксир (КБ) коріннім кінцем закріплюється на КЛ, ходовий кінець КБ закріплюється на БПА.

Основною проблемою застосування ББПС є автоматизація просторового руху БПА, оскільки як об'єкт керування ББПС представляє собою суттєво нелінійний багатовимірний об'єкт, який містить взаємодіючі елементи з зосередженими (БНН та БПА) та розподіленими параметрами (КБ) параметрами.

Задачі дослідження ефективності систем автоматичного керування (САК) ББПС, дослідження властивостей ББПС як об'єкта керування на ранніх етапах проектування доцільно розв'язувати методом математичного моделювання.

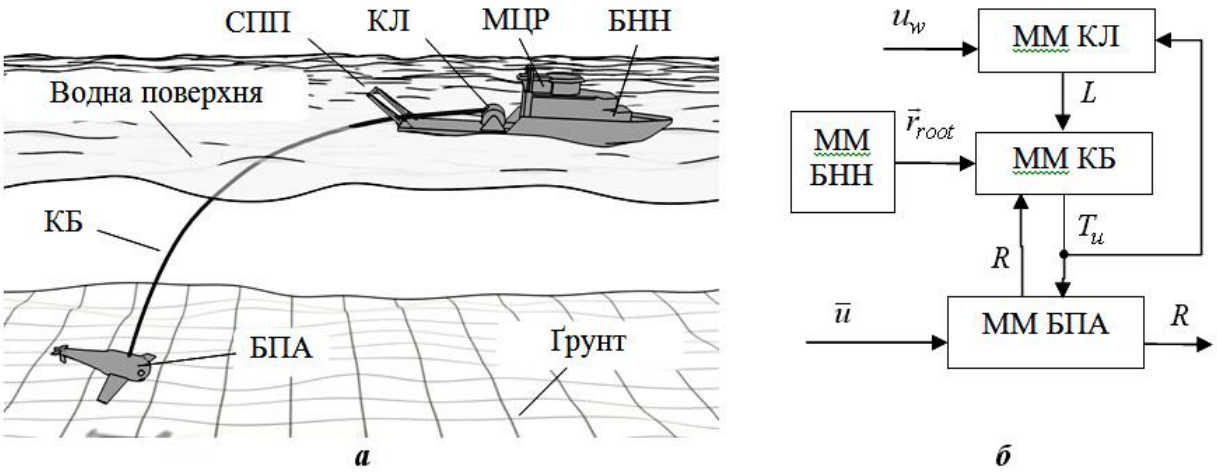


Рисунок 1 – Безекіпажна буксирувана підводна система: ***а*** – основні складові, ***б*** – узагальнена структура спеціалізованого моделюючого комплексу

Оскільки ББПС як об'єкт керування є суттєво нелінійним і його елементи описуються системами диференціальних рівнянь, які не мають аналітичних розв'язків, то виникає необхідність створення імітаційної моделі ББПС та її реалізації у вигляді комп'ютерної програми – спеціалізованого моделюючого комплексу (СМК).

Імітаційні моделі просторового руху надводних плавучих засобів та БПА як твердих тіл в потоці води в цілому добре вивчені і успішно застосовуються у складі моделюючих комплексів більш складних об'єктів – прив'язних підводних систем різних типів [3]. Основною складністю для моделювання останніх є забезпечення моделювання силової взаємодії між елементами системи з урахування динаміки гнучкого зв'язку – кабель-буксира.

Синтез імітаційної моделі будемо виконувати згідно модульному принципу, запропонованому в [3], на основі структур математичних моделей (ММ) складових ББПС – елементів з зосередженими та розподіленими параметрами. Елементами з зосередженими параметрами є морські рухомі об'єкти (МРО), які мають властивості твердих, тобто БНН та БПА. Елементом з розподіленими параметрами є КБ. При моделюванні МРО застосовуються базова система координат (БСК) та зв'язана система координат (ЗСК), їх докладний опис наведено в [4].

Основний закон динаміки просторового руху МРО як твердого тіла має форму системи нелінійних матричних диференціальних рівнянь і докладно викладений в [5]. Для моделювання КБ у складі СМК було застосовано метод з автоматичним контролем осьового руху елементів гнучкого зв'язку [6]. Він об'єднує переваги класичних методів моделювання гнучких зв'язків: забезпечує майже константне значення довжин зв'язків, як сегментний метод, при цьому для його застосування можна використовувати безітеративні методи розв'язку систем диференціальних рівнянь, як у методі зосереджених мас та еластичних зв'язків. Крім того, цей метод на відміну від класичних методів дає змогу моделювати динаміку зміни довжини випущеної частини КБ, що є важливою властивістю для дослідження динаміки ББПС. Випускання-підбирання КБ моделюється на основі ММ динаміки кабельної лебідки, представленої в [7].

Структуру СМК розробимо з урахуванням особливостей взаємодії елементів ББПС шляхом з'єднання входів та виходів модулів, які моделюють окремі елементи складових ББПС (рис. 2, ***б***).

Керуючими впливами імітаційної моделі ББПС є сигнал керування кабельною лебідкою u_w та вектор сигналів керування електроприводів повороту керуючих крил БПА $\bar{u}$. Математична модель КЛ генерує довжину випущеної частини КБ L, математична модель КБ генерує матрицю сил та моментів збурюючого впливу на БПА T_u. На виході моделі отримуємо матрицю позиційних кінематичних параметрів БПА R.

Спеціалізований моделюючий комплекс реалізовано в середовищі Simulink пакета Matlab. Перевірку адекватності синтезованої імітаційної моделі та розробленого на її основі СМК здійснено шляхом проведення морських натурних випробувань макету БПА проекту «Планер-2» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна, м. Миколаїв).

Морський натурний експеримент проводився при швидкостях буксирування v_{tow} = 2 та v_{tow} = 3 м/с. Метою експерименту було визначення характеру динаміки руху БПА. Адекватність імітаційної моделі

оцінювалась шляхом порівняння динамічних властивостей БПА та його імітаційної моделі при різних швидкостях буксирування. Порівнювались основні кінематичні параметри БПА: крен θ, диферент ψ та глибина *y*. Експеримент проводився в два етапи:

1) проведення морських натурних випробувань БПА зі зберіганням залежностей θ(*t*), ψ(*t*) та *y*(*t*);
2) налаштування параметрів імітаційної моделі для забезпечення задовільного збігу динамічних властивостей БПА.

Після проведення морських натурних випробувань параметри імітаційної моделі налаштовувались (оптимізувались) таким чином, щоб задовольняти наступному комплексному критерію *G*:

$$G\ \beta\ =\ E_y<15\%\ \wedge\ E_\theta<15\%\ \wedge\ E_\psi<15\%\ \wedge$$
$$\wedge\ J_y<10\%\ \wedge\ J_\theta<10\%\ \wedge\ J_\psi<10\%\ ; \quad (4)$$

де β – вектор параметрів імітаційної моделі БПА, які оптимізуються; $E_{y,\theta,\psi}$ – максимальні відносні нев'язки між експериментальними даними, та даними імітаційного моделювання; $J_{y,\theta,\psi}$ – функціонали, які представляють собою відносні оцінки математичного очікування абсолютних значень нев'язок експериментальних та змодельованих значень кінематичних параметрів БПА.

Після завершення морського натурного експерименту та отримання залежностей θ(*t*), ψ(*t*) та *y*(*t*) було проведено імітаційне моделювання та налаштовано параметри ММ ББПС.

Результати обчислення складових критерію *G* за формулами (5)-(7) зведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Чисельні значення складових критерію *G*

Критерій	v_{tow} = 2 м/с	v_{tow} = 3 м/с
E_y, %	8,04	7,40
J_y, %	3,14	3,32
E_ψ, %	10,25	9,22
J_ψ, %	1,33	1,69
E_θ, %	9,58	9,62
J_θ, %	3,07	3,26

Якщо підставити отримані значення в формулу (4), то отримаємо *G* = true при різних швидкостях буксирування (2 та 3 м/с), що підтверджує адекватність синтезованої імітаційної моделі ББПС.

Розроблений СМК дає змогу досліджувати динаміку просторового руху ББПС, в тому числі досліджувати ефективність системи автоматичного керування просторовим рухом ББПС, без проведення складних, тривалих та дорогих басейнових або морських натурних випробувань.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Динамика подводных буксируемых систем [Текст] / В. И. Поддубный, Ю. Е. Шамарин., Д. А. Черненко, Л. С. Астахов. — СПб : Судостроение, 1995. — 200 с.

[2] **Liu, Z.** Unmanned surface vehicles: An overview of developments and challenges [Text] / Z. Liu, Y. Zhang, X. Yu, C. Yuan // Annual Reviews in Control. – 2016. – Vol. 41. – P. 71-93. doi: 10.1016/j.arcontrol.2016.04.018

[3] **Dudykevych V.** Tasks statement for modern automatic control theory of underwater complexes with flexible tethers [Text] / V. Dudykevych, O. Blintsov // Eureka : Physics and Engineering. — 2016. — № 5. — Pp. 25–36.

[4] **Лукомский Ю. А.** Навигация и управление движением судов. Учебник. [Текст] / Ю. А. Лукомский, В. Г. Пешехонов, Д. А. Скороходов. –Элмор, 2002. — 360 с.

[5] **Blintsov O.** Devising a method for maintaining manageability at multidimensional automated control of tethered underwater vehicle [Text] / O. Blintsov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol. 1. — Issue 9. — Pp. 4–16.

[6] **Blintsov O.** Development of the mathematical modeling method for dynamics of the flexible tether as an element of the underwater complex [Text] / O. Blintsov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol. 1. — Issue 7. — Pp. 4–14.

[7] **Блінцов О. В.** Система автоматичного керування кабельною лебідкою прив'язної підводної системи [Текст] / О. В. Блінцов, В. А. Надточій // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. — 2013. — № 1 (446). — С. 77–82.

УДК 681.5 : 629.58

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРИВ'ЯЗНИМ ПІДВОДНИМ АПАРАТОМ З ЧОТИРМА КЕРОВАНИМИ СТУПЕНЯМИ РУХЛИВОСТІ

Блінцов О.В.[1], e-mail: alex_blintsov@ukr.net;
Корицький В.І.[1], e-mail: vic.koritskiy@gmail.com;
[1] *Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

На керований рух прив'язного підводного апарата (ППА) як твердого тіла впливають зовнішні сили та моменти, створювані зустрічним потоком води, які характеризуються нелінійними залежностями від швидкості руху корпусу апарата [1]. Також на рух ППА впливають сили та моменти натягу ходового кінця кабель-троса, визначення точних значень яких ускладнене. Зазначені особливості роблять автоматизацію керування рухом ППА наукоємною задачею.

У загальному випадку ППА є багатовимірним об'єктом керування. Тому для побудови системи автоматичного керування (САК) таким об'єктом зручно застосовувати регулятор на базі методу оберненої динаміки, який запропоновано в [2].

Сутність методу оберненої динаміки полягає в наступному. Регулятор на основі еталонної субмоделі зміни позиційних кінематичних параметрів ППА та інверсної моделі швидкості його руху визначає матрицю бажаних значень швидкостей руху ППА по відношенню до води в проекціях на осі системи координат, зв'язаної з його корпусом (ЗСК):

$$V_d = f\ \ \tau_R, R_g, R, \dot{R}_g, V_s\ \ , \tag{1}$$

де V_d – матриця бажаних значень швидкостей руху ППА, τ_R – матриця постійних часу еталонної субмоделі зміни позиційних кінематичних параметрів ППА, R_g – матриця заданих позиційних кінематичних параметрів ППА, R – матриця фактичних позиційних кінематичних параметрів ППА, V_s – матриця поправки на течію, точкою позначено похідну за часом.

Матриця V_d використовується еталонною субмоделлю швидкісних кінематичних параметрів ППА для визначення матриці бажаних прискорень $\dot{V}_d$:

$$\dot{V}_d = f\ \ \tau_V, V_d, V, \dot{V}_g\ \ , \tag{2}$$

де τ_V – матриця постійних часу еталонної субмоделі зміни швидкісних кінематичних параметрів ППА, V – матриця швидкісних кінематичних параметрів ППА, $\dot{V}_g$ – матриця заданих прискорень кінематичних параметрів ППА.

Прискорення, отримані в (2), використовуються інверсною моделлю динаміки руху для визначення матриці бажаних рівнодіючих сил та моментів ППА T_d:

$$T_d = I\dot{V}_d + KIV. \tag{3}$$

В (3) I – матриця інерційних параметрів корпусу ППА, K – матриця яка враховує переносний рух при взятті похідної по відношенню до ЗСК.

Бажані сили та моменти рушійних пристроїв T_{pd} визначаються з наступного виразу:

$$T_{pd} = T_d - T_h - T_g - T_b - T_u - T_{unc}. \tag{4}$$

В (4) T_h – матриця гідродинамічних (в'язких) сил та моментів; T_g – матриця гравітаційних сил та моментів; T_b – матриця сил та моментів плавучості; T_u – матриця сил та моментів кабель-троса, T_{unc} – невизначені сили та моменти, які діють на ППА.

Матриця бажаних упорів рушійних пристроїв $F_\omega = f\ \ T_{pd}$ використовується для розрахунку керуючих впливів:

$$U = f(F_\omega, V_s). \quad (5)$$

Сукупність виразів (1) – (5) формує закон керування рухом ППА. Еталонна модель (2), яку запропоновано в роботі [2], представляє собою матричне лінійне диференціальне рівняння. До складу САК входять нелінійні інверсні моделі елементів ППА. Задовільної якості процесів керування можна досягти з використанням інверсної моделі, отриманої на основі експериментальних даних, оформлених у вигляді табличної моделі руху корпусу ППА $A = f(U, V)$, де $V = \begin{bmatrix} V_x & V_y & V_z & \Omega_x & \Omega_y & \Omega_z \end{bmatrix}$ – матриця швидкостей руху ППА в проекціях на осі ЗСК, $A = \begin{bmatrix} \dot{V}_x & \dot{V}_y & \dot{V}_z & \dot{\Omega}_x & \dot{\Omega}_y & \dot{\Omega}_z \end{bmatrix}$ – матриця прискорень ППА в проекціях на осі ЗСК, $U = \begin{bmatrix} U_{px} & U_{py} & U_{pz} & U_{rx} & U_{ry} & U_{rz} \end{bmatrix}$ – матриця керуючих впливів. Кожен елемент матриць *V* та *A* є матрицею розмірності $N \times 1$, а елементи матриці *U* мають розмірність $N \times M$, де *M* – кількість рушійних пристроїв ППА, *N* – кількість контрольних точок еталонної моделі.

Елементи еталонної моделі руху ППА отримуються при відсутності течії та збурень від кабель-троса. Користувачем обирається крок зміни керуючого впливу Δ*u*, а також його максимальне (u_{max}) та мінімальне (u_{min}) значення. Для кожної пари елементів матриць *A* та *V* виконується наступний алгоритм:

1) сигнал керування *u* подається на входи тих рушійних пристроїв, які спричинюють зміну миттєвих значень обраної пари елементів матриць *A* та *V*;

2) знімаються осцилограми швидкості *v*(*t*) та прискорення *a*(*t*) ППА відповідні обраній парі елементів;

3) на осцилограмі прискорення *a*(*t*) знаходиться момент часу $t_{max} = t|_{a(t) = \max|a(t)|}$, а також значення швидкості $v(t_{max})$ та прискорення $a(t_{max})$ у визначений момент часу. Знайдені значення $v(t_{max})$ та $a(t_{max})$ записуються до відповідних позицій в матрицях *A* та *V*;

4) сигнал керування збільшується на крок Δ*u* та виконання кроків 1-3 повторюється, поки $u < u_{max}$.

Матриця $\dot{V}_d$ із застосуванням моделі руху ППА знаходиться за виразом:

$$\dot{V}_d = f(V_d - V) + \dot{V}_g. \quad (6)$$

Метод розподілу керуючих сил та моментів між рушійними пристроями, запропонований в [2], вирішує дану задачу для конкретної конфігурації рушійного комплекса ППА. Узагальнене вирішення даної задачі можливе із застосуванням модифікації способу, який запропоновано в [3]. Сформуємо матрицю геометричних параметрів рушійних пристроїв $D = \begin{matrix} d & r \times d \end{matrix}^T$, де $d = \begin{bmatrix} \hat{d}_1 & \hat{d}_2 & \dots & \hat{d}_I \end{bmatrix}^T$ – матриця напрямів дії рушійних пристроїв ППА, $r = \begin{matrix} \vec{r}_1 & \vec{r}_2 & \dots & \vec{r}_I \end{matrix}^T$ – матриця координат точок кріплення рушійних пристроїв. Тоді матрицю бажаних упорів рушійних пристроїв F_ω можна знайти з виразу:

$$F_\omega = D^+ T_{pd}. \quad (7)$$

В (7) верхнім індексом «+» позначено операцію розрахунку псевдообернені матриці.

На основі рівнянь (1), (3) – (7) розроблено САК рухом ППА. Працездатність запропонованої САК було перевірено шляхом комп'ютерного моделюванням просторового руху ППА з чотирма керованими ступенями рухливості: маршовим (*x*), вертикальним (*y*), лаговим (*z*) рухами та курсом (φ). Результати моделювання представлено на рис. 1.

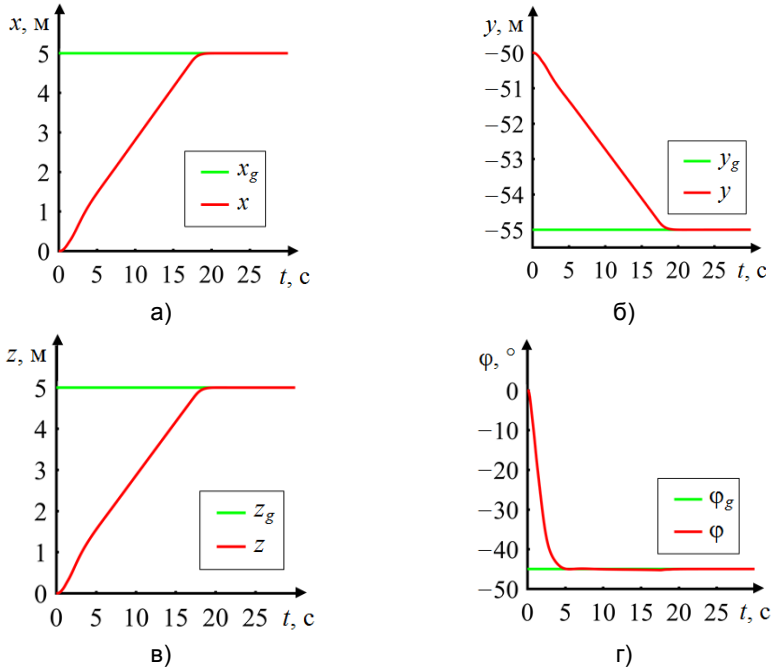


Рис. 1. Результати моделювання системи автоматичного керування рухом ППА

Тривалість перехідних процесів після виходу керуючих впливів з режиму насичення не перевищує 3 с. Максимальне перерегулювання не перевищує 1%, що відповідає поставленій задачі синтезу САК.

В результаті роботи синтезовано САК просторовим рухом ППА на основі методу оберненої динаміки з використанням табличної моделі руху корпусу апарата в ролі інверсної моделі та узагальнення методу розподілу керуючих сил та моментів між рушійними пристроями. Працездатність синтезованої САК підтверджено шляхом комп'ютерного моделювання просторового руху ППА з чотирма керованими ступенями рухливості.

Література

1. Справочник по теории корабля. Т. 1 [Текст] / под ред. Я. И. Войткунского // Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители. – Ленинград: Судостроение, 1985. – 768 с.

2. **Blintsov, O.** Devising a Method for Maintaining Manageability at Multidimensional Automated Control of Tethered Underwater Vehicle [Text] / O. Blintsov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 1/9. – Pp. 4-16. doi: 10.15587/1729-4061.2017.93291

3. **Пшихопов, В. Х.** Алгоритмы многосвязного позиционно-траекторного управления подвижными объектами [Текст] / В. Х. Пшихопов, М. Ю. Медведев, Р. В. Федоренко, Б. В. Гуренко, В. М. Чуфистов, В. А. Шевченко // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №4. – 17 с.

КОРИГУВАННЯ ГЛИБОКОРЕГУЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Бугрим Леонід Іванович, Шарейко Дмитро Юрійович, Фоменко Андрій Миколайович, Савченко Олег Валерійович, Швець Сергій Миколайович.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Поширення діапазону регулювання вихідною координатою комплектних електроприводів (КЕП) найчастіше постає у технологічних процесах, що вимагають від системи керування необхідність змінювати швидкість приводних двигунів в досить широких межах при збереженні бажаних динамічних показників якості перехідних процесів. Застосування різних законів керування, з одного боку, примушує систему відповідати показникам якості, що наведені в початкових даних для синтезу, з другого боку, може впливати на погіршення жорсткості характеристик КЕП на зазначеному діапазоні керування. Як правило, ці задачі розглядаються окремо, але у сучасних системах із застосуванням КЕП необхідно розглядати їх у комплексі з урахуванням умов технологічного процесу.

Проведемо аналіз аналітичної залежності діапазону керування для різних регуляторів системи. В системах підпорядкованого регулювання внутрішній контур (в даному випадку контур струму) є відомими до

зовнішнього (контуру швидкості). Вихідною координатою системи є швидкість валу двигуна, отже вплив регулятора струму на неї не є значним, а стосується лише внутрішньої координати, тобто струму [1]. Система замкнена за швидкістю, тому з достатньою мірою точності можна вважати, що найбільший вплив створює зовнішній контур з регулятором швидкості. В даному підрозділі буде розглянуто вплив типу та параметрів регулятора швидкості на вихідну координату керування.

На практиці, для електроприводів одним із важливих показників якості є здатність системи як можна швидше та м`якше відпрацьовувати динамічні накиди навантаження при певній заданій швидкості. Звичайно, така настройка системи дозволяє знижати мінімальну підтримувану швидкість, а отже збільшувати діапазон керування. Окрім того, суттєвим фактором при розгляді діапазону можна вважати здатність привода як можна точніше відпрацьовувати змінний у часі сигнал завдання швидкості, особливо це актуально для приводів верстатів з ЧПК, де сигнал завдання програмно може змінюватися дуже динамічно та у широких межах. Від здатності системи точно відпрацьовувати цей сигнал залежить якість впровадженого технологічного процесу.

Отже, для дослідження питання діапазону, окрім статичних режимів, будемо розглядати також і динаміку системи керування при змінному сигналі завдання з переходами на різні швидкості та при різному рівні повільності зміни цього сигналу.

П-регулятор швидкості.Застосуємо визначений підхід для дослідження діапазону П-регулятора швидкості та ПІ-регулятора струму системи однозонного керування ДПС (рисунок 22) з наступними передаточними функціями регуляторів:

$$W_{\text{рс}} = \frac{T_{\mu\text{с}} p + 1}{T_{\mu\text{іс}} p}; \qquad W_{\text{рш}} = K_{\text{рш}}. \tag{1}$$

В такому разі діапазон керування визначимо з (1.24) та врахуємо $p = 0$:

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_{\text{н}}}{\Delta\omega_{\text{р.з}}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{W_{\text{рш}}(0) \cdot k_{\text{ш}} + \dfrac{C}{W_{\text{рс}}(0) \cdot k_{\text{тп}}}}{k_{\text{с}} + \dfrac{R_{\text{е}}}{W_{\text{рс}}(0) \cdot k_{\text{тп}}}} = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_{\text{н}}}{\Delta\omega_{\text{р.з}}} \cdot \frac{R_e}{C} \cdot \frac{K_{\text{рш}} \cdot k_{\text{ш}}}{k_{\text{с}}}. \tag{2}$$

Як видно його величина прямо-пропорційна коефіцієнту підсилення П-регулятора, що повністю відповідає загальній теорії. Тобто для збільшення діапазону необхідно збільшувати коефіцієнт підсилення $K_{\text{рш}}$. Коефіцієнт регулятора швидкості зручно знайти за умови оптимізації системи на технічний оптимум. Отже для виразу $K_{\text{рш}}$ можемо записати:

$$K_{\text{рш}} = W_{Pi} = \frac{1}{\prod_{i=1}^{N} a_i \cdot T_\mu p} \cdot \frac{1}{W_{Ki}} \cdot \frac{K_{i-1}}{K_i} = \frac{1}{a^2 \cdot T_{\text{тп}} p} \cdot \frac{T_{\text{м}} pC}{R_{\text{е}}} \cdot \frac{k_{\text{с}}}{k_{\text{ш}}} = \frac{CT_{\text{м}} k_{\text{с}}}{a^2 T_{\text{тп}} R_e k_{\text{ш}}}. \tag{3}$$

Настройка на технічний оптимум дозволяє аналітично визначити $K_{\text{рш}}$ за формулою 3, де *a* − коефіцієнт оптимізації (для технічного оптимуму *a* = 2). Таким чином, в такому випадку знайдемо діапазон керування, що забезпечить настроєний П-регулятор:

$$D = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_{\text{н}}}{\Delta\omega_{\text{р.з}}} \cdot \frac{R_e \cdot k_{\text{ш}} \cdot \dfrac{CT_{\text{м}} k_{\text{с}}}{a^2 T_{\text{тп}} k_{\text{ш}} R_e}}{C \cdot k_{\text{с}}} = \frac{\delta}{100} \cdot \frac{\omega_{\text{н}}}{\Delta\omega_{\text{р.з}}} \cdot \frac{T_{\text{м}}}{a^2 T_{\text{тп}}}. \tag{4}$$

Розглянемо вираз 4. Як свідчить [1], на практиці максимальне значення електромеханічної сталої часу $T_{\text{м}}$, як правило, не перевищує 0,3…0,4 с, спад швидкості навантаженого двигуна загально-промислового виконання складає 10% від номінальної, а стала часу сучасних тиристорних перетворювачів $T_{\text{тп}} \geq 0{,}006$, то при *a* = 2 та відносній похибці регулювання $\delta = 10\%$ діапазон не перевищує значення $D \leq 10$.

Для аналізу формули 4 було використано *Matlab*, де розглянуто систему для різних реальних параметрів двигунів та тиристорних перетворювачів, що випускаються промисловістю, з потужністю до 90 кВт. На рисунку 1 можна бачити графіки статичного спаду швидкості замкненої системи при раптовому накиді

навантаження за умови відсутності задаючого впливу для декількох двигунів різної потужності з П-регулятором швидкості, настроєним на технічний оптимум.

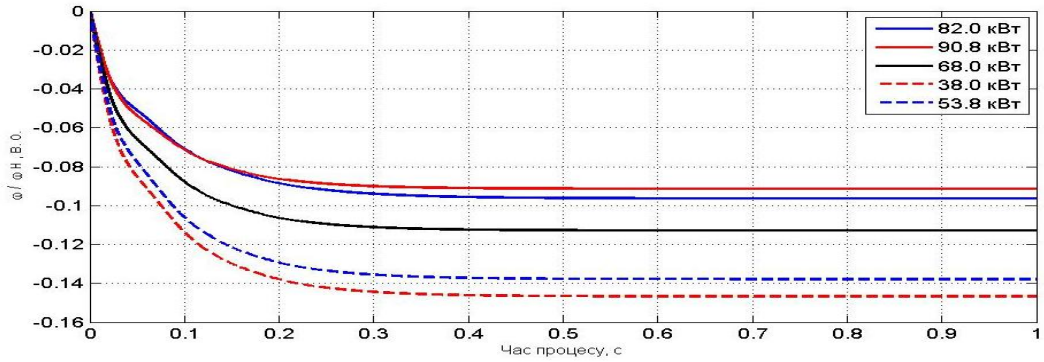


Рисунок 1 - Статичний спад швидкості при накиді навантаження

За рахунок зміни коефіцієнта оптимізації *a* можна підвищити діапазон до приблизних значень у 40 – 50. Але при цьому суттєво погіршується динаміка системи, що приводить до збільшення перерегулювання до 60% та підвищення коливальності системи. Це приводить систему до границі стійкості, що ускладнює використання такого підходу збільшення діапазону на практиці.

Розглянемо динаміку відпрацювання швидкості системи при змінному сигналі завдання та з однаковими зовнішніми регуляторами швидкості, що синтезовані при настройці на технічний оптимум (рисунок 2).

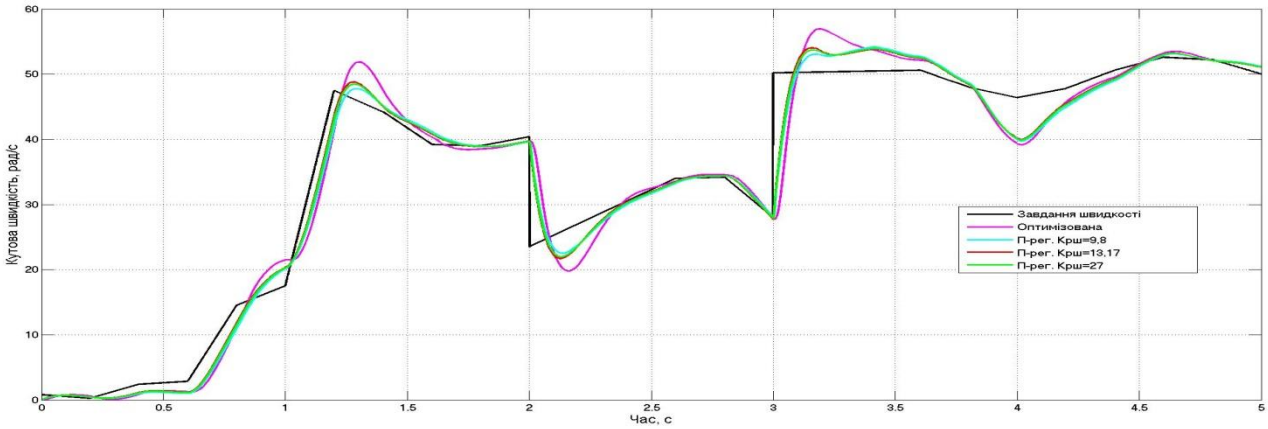


Рисунок 2 - Динаміка системи з П-регулятором швидкості

Таким чином, збільшення $K_{\text{рш}}$ суттєво прискорює динаміку системи, що забезпечується завдяки зсуву частоти зрізу всієї системи праворуч. На рисунку 3 показано логарифмічні амплітудо-частотні характеристики (ЛАЧХ) розглянутих систем, де видно, що за рахунок зміни $K_{\text{рш}}$ не можливо істотно збільшити частоту зрізу в межах стійкості системи.

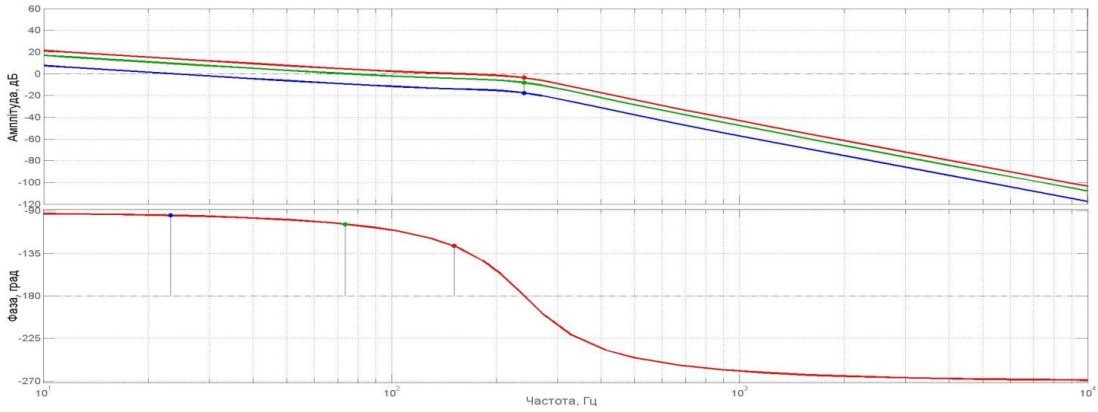


Рисунок 3 - ЛАЧХ при різних П-регуляторах

Отже видно, що настройка на збільшення частоти зрізу дозволяє суттєво покращити відпрацювання системою динамічного завдання. Суттєві стрибки або ярко виражені переходи з однієї швидкості на іншу супроводжуються небажаними кидками швидкості та підвищеною коливальністтю, що в свою чергу є слідством збільшенням частоти зрізу. Завдяки чисельному експерименту у системі *Matlab*, для різних значень параметрів та законів регулювання було підтверджені, аналітичні залежності які випливають з наведеної методики.

Література

1. **Герман-Галкин, С. Г.** Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB6.0 / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Корона принт, 2001. – 320с.
2. **Попович, М. Г**. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепіков [та ін.] ; за ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.

УДК 681.5

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З ДВИГУНАМИ ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Бугрим Леонід Іванович, Шарейко Дмитро Юрійович, Ставинський Ростислав Андрійович, Савченко Олег Валерійович, Горностай Любов Олександрівна.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Двигуни подвійного живлення в порівнянні з вентильними каскадами володіють поруч переваг. До найважливіших з них варто віднести: можливість регулювання реактивної потужності, що циркулює в мережі, що живить двигун подвійного живлення; можливість підтримки оптимального коефіцієнта потужності привода при зміні навантаження на його валу в широких межах; можливість поліпшення режиму роботи живильної мережі в результаті компенсації кидків реактивної потужності шляхом реалізації властивим двигунам подвійного живлення можливості швидкодіючого регулювання значення (а при достатньому запасі електромагнітної потужності двигуна — і знака) реактивної потужності; високі динамічні якості привода при регулюванні моменту, швидкості й активній потужності, обумовлені малою інерціоністю систем регулювання, здійсненням як рухового, так і гальмового режимів, великою перевантажувальною здатністю і меншим, чим у двигунів постійного струму**,** моментом інерції ротора асинхронних двигунів; можливість двохзонного регулювання кутової швидкості в тому числі і вище синхронної.

Двигуни подвійного живлення і вентильні каскади мають недоліки: обмежений діапазон регулювання по швидкості і необхідність застосування спеціальних пристроїв для пуску привода які накладають обмеження на раціональні області їхнього застосування. Розглянемо систему регулювання з безпосереднім керуванням моментом (рис.1), побудовану на елементах універсальної блокової системи регулювання УБСР-АІ.

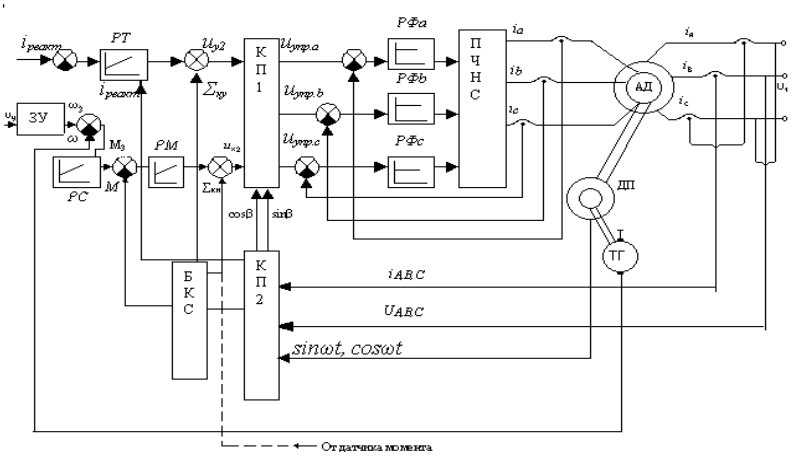


Рисунок 1 Система регулювання з безпосереднім керуванням моментом.

РС — регулятор швидкості; *РМ* — регулятор моменту; *РТ* – регулятор струму;*КП1*, *КП2* — координатні перетворювачі; *РФ* — регулятори фазних струмів; *АД* — асинхронний двигун, *ДП* — датчик положення; *ТГ* — тахогенератор .

Визначення передатної функції регуляторів також виробляється з використанням методів, розроблених для електроприводів струму із системою підлеглого регулювання параметрів.

При виконанні умов (3.4) момент двигуна пропорційний активному струму:

$$M = -k_M \frac{u_1}{\omega_0} i_{x1}.$$

Роль регулятора моменту грає регулятор струму i_{x1}. Завдання цього регулятора пропорційно виходу регулятора швидкості. Ця система може бути набудована на режим, близький до технічного оптимуму при відносно повільних змінах сигналу керування (при роботі від задатчика інтенсивності) або змінах навантаження в межах 0--1 $M_н$. Однак при таких збурюваннях, як коливання мережі ($\overline{\psi}_1$ =const), настроювання регуляторів не відповідає оптимуму. Регулятор розраховується звичайними методами, прийнятими в системах постійного струму. Велика компенсуєма постійна часу дорівнює $T_{экв}$, мала некомпенсуєма — T_μ. Питання визначення постійної часу T_μ перетворювача частоти з безпосереднім зв'язком розглянутий у [1]. Відповідно до [1] $T_\mu = 1.5/k\omega_0$, де k — залежить від схеми випрямлення.У трифазній мостовій схемі T_μ =0,8-10 $^{-3}$ с.

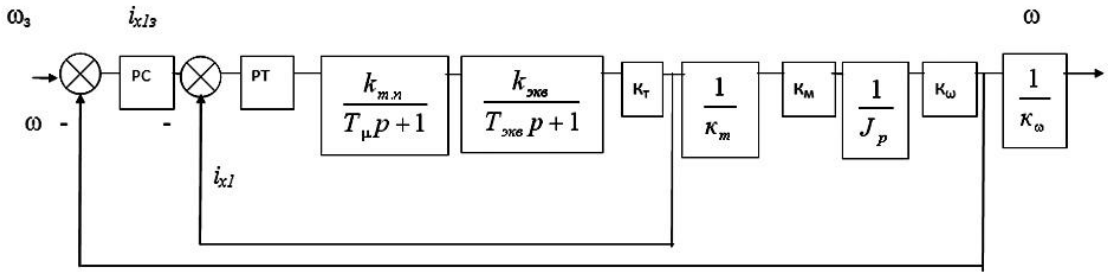


Рисунок 2 Спрощена структурна схема каналу регулювання швидкості.

РС — регулятор швидкості, РТ — регулятор струму.

На рис. 2 приведена спрощена структурна схема каналу регулювання швидкості розглянутої системи. Передаточна функція регульованого об'єкта (тиристорний перетворювач двигун) має вид:

$$W_{об1} = \frac{k_{т.п} k_{экв} k_{о.с.т}}{(T_\mu p + 1)(T_{экв} p + 1)},$$

де $k_{экв} = k_r / r_1$; $к_{т.п}$- коефіцієнт підсилення тиристорного перетворювача; $к_{о.с.т}$-коефіцієнт зворотного зв'язку по струму статора.

Передатня функція регулятора струму має вид:

$$W_{р.т} = \frac{(T_{экв} p + 1)}{k_{т.п} k_{экв} k_{о.с.т} 2T_\mu p},$$

а передаточна функція внутрішнього розімкнутого контра дорівнює:

$$W_{р1}(p) = \frac{1}{(T_\mu p + 1) \cdot 2T_\mu p},$$

Передаточна функція замкнутого внутрішнього контуру має вид:

$$W_{з1}(p) = \frac{1}{(T_\mu p + 1) \cdot 2T_\mu p + 1}.$$

При оптимізації контурів регулювання риблизно заміняється ланкою першого порядку:

$$W_{з1} = \frac{1}{2T_\mu p + 1}.$$

Передаточна функція об'єкта регулювання зовнішнього контуру регулювання дорівнює:

$$W_{об2} = \frac{1}{2T_\mu p + 1} \cdot \frac{1}{k_{о.с.т}} \cdot \frac{1}{Jp} k_\omega,$$

Тоді передаточна функція регулятора швидкості має вид:

$$W_{p.c} = \frac{(8T_{\mu}p+1)Jk_{o.c.m}}{32T^{2}{}_{\mu}pk_{\omega}}.$$

Розрахунок перехідних процесів, їхнє моделювання й експериментальні дослідження дозволяють одержати якісний опис і кількісну оцінку електромагнітних перехідних процесів в асинхронному двигуні, що працює в каскадній схемі. Становить практичний інтерес також вивчення найбільш характерних ситуацій, що викликають перехідний режим роботи привода: пуск каскаду, включення статора двигуна в мережу при обертовому роторі, автоматичне повторне включення двигуна при незатухаючому полі ротора, переключення асинхронного двигуна зі схеми реостатного пуску на схему вентильного каскаду, відключення привода, зміна керуючого сигналу, скидання і наброс статичного моменту опору, а також вплив параметрів каскаду на характеристики перехідних процесів.Даючи загальну характеристику електромагнітним перехідним процесам, можна відзначити, що вони подібні процесам в асинхронному двигуні в звичайній схемі включення, але протікають трохи більш сприятливо, оскільки наявність противо-е. р. с. у ланцюзі ротора сприяє придушенню вільних струмів, що зменшує час існування несталого режиму.

Література

*1.***Радин В.И.** Электрические машины: Асинхронные машины – М: Высшая школа, - 1998. – 328 с.
2.**Александров М.П.** Подъёмно транспортные машины – Л: Судостроение, - 1986.-122 с.

УДК 378.147 + 621.3.067

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОЇ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ-ЕЛЕКТРОМЕХАНІКІВ В НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМ. АДМ. МАКАРОВА

Гаврилов С.О., Білюк І.С., Бугрім Л.І.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Автоматизація сучасних технологічних об’єктів супроводжується застосуванням великої кількості електромеханічних систем та регульованих електроприводів, за допомогою яких вирішуються завдання підвищення якості продукції та ефективності технологічного обладнання. Широка і різноманітна сфера використання сучасних електромеханічних систем автоматизації та електроприводів визначає необхідність ґрунтовної підготовки майбутніх фахівців-електромеханіків.

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» орієнтована на підготовку фахівців з проектування, дослідження, монтажу, програмування, налагодження та експлуатації систем автоматизованих електроприводів, систем генерування та розподілу електроенергії, систем захисту електричних мереж та промислового електрообладнання в усіх галузях промисловості, енергетиці, житлово-комунальному господарстві, будівництві, електро- і автотранспорті, аграрному секторі та ін. Завдяки різносторонній та якісній підготовці випускники спеціальності мають великий сталий попит при працевлаштуванні, в тому числі за кордоном.

Сьогодні в університеті ведеться кропітка робота щодо реалізації нових технологій навчання електромеханіків, спрямованих на подальше підвищення якості практичної підготовки студентів до майбутніх наукової та виробничої діяльностей в сучасних умовах.

Одним з напрямків роботи є співпраця з провідними компаніями регіону, які працюють в області електротехніки та систем автоматизації технологічних процесів. Так, наприклад, представництво компанії «СВ Альтера» в Миколаєві в рамках співпраці за програмою «Університет» активно сприяє формуванню сучасної бази технічних засобів автоматизації різних областей промисловості для практичної підготовки майбутніх фахівців-електромеханіків [1]. Тісна співпраця з компанією дозволила створити навчальну лабораторію, яку обладнано найпередовішими засобами промислової автоматизації, а саме: частотними перетворювачами, програмованими логічними контролерами, панелями оператора і мережевим комунікаційним обладнанням. Наразі лабораторія в повному обсязі забезпечує підготовку електромеханіків в частині практичних навичок експлуатації сучасного електрообладнання і засобів автоматизації. Склад стендів лабораторії визначає базові напрямки лабораторних і практичних занять, які можна проводити з використанням переліченого обладнання: керування частотним електроприводом, автоматизація типових технологічних завдань, організація інтегрованих систем диспетчерського керування та збору даних, організація промислових мереж обміну даними. Програмне забезпечення, яке використано в лабораторії, можна виділити в окрему групу навчальних і практичних завдань, що доповнюють вже наявні в навчальному плані дисципліни, такі як «Проектування мікропроцесорних систем керування електроприводів», «Проектування цифрових та дискретних систем керування», «Комплектні електроприводи». Крім цього, обладнання та програмне забезпечення стендів

дозволяє розширити прикладні технічні завдання, які розв'язуються в ході курсового та дипломного проектування.

Без сумніву, створення нових лабораторних стендів дозволяє удосконалювати процес навчання, дає можливість підготувати висококласних фахівців, які відповідають запитам роботодавців. З іншого боку, актуальною є модернізація за участю студентів існуючих лабораторних стендів з розвиненою механічною частиною, але «морально» застарілими системами керування. Залучення студентів до цієї роботи вимагає від них виконання відносно складних професійних робіт щодо проектування та розробки оновлених лабораторних стендів, демонтажу-монтажу обладнання, написання і налагодження програмного забезпечення, програмування мікропроцесорних контролерів, налагодження та випробування як стендів в цілому, так і їх окремих вузлів.

Певне місце в практичній підготовці електромеханіків займають фізичне, а також математичне та імітаційне моделювання електромеханічних пристроїв, засобів автоматизації, а також фрагментів систем автоматизації виробничих процесів [2]. Створено діючі моделі різноманітних електромеханічних пристроїв з використанням LEGO-конструкторів різних типів. Модульний принцип побудови LEGO дозволяє легко створювати різноманітні модифікації і абсолютно нові типи пристроїв на базі одних і тих же конструктивних частин. При цьому у студентів з'являється можливість у кожному конкретному випадку вибирати оптимальні ступінь кінематичної, апаратної та програмної надлишковості, розподіл функцій між пристроєм і працюючим разом з ним технологічним обладнанням. Такі моделі відтворюють характер основних видів руху робочих органів і основну структуру силової частини і системи керування модельованих електроприводів [3].

Позитивним є досвід спільної роботи університету з провідними підприємствами та компаніями міста, серед яких ДП НВКГ «Зоря-Машпроект», ПАТ «Миколаївобленерго», ДП «Миколаївський морський торговельний порт», ВАТ «Миколаївське підприємство «Ера», ТОВ «Електрім-2000», ТОВ «Миколаївський глиноземний завод», ТОВ «Морський спеціалізований порт Ніка-Тера», ТОВ «Sandora» PepsiCo в Україні, ПАТ «САН ІнБев Україна», ТОВ СП «Нібулон». Підприємства щорічно надають місця і створюють студентам необхідні умови для проходження виробничої практики, сприяють тимчасовій зайнятості студентів та працевлаштуванню майбутніх випускників. Такий формат співпраці дозволяє студентам повніше оволодіти своєю професією, а підприємствам підібрати кваліфікованих фахівців, адаптованих до їх вимог.

Висновки

Для поліпшення якості практичної підготовки та підвищення рівня технічної освіти в університеті до європейського необхідні ефективні практичні методи навчання.

Накопичений в університеті досвід показує, що при якісній загальній бакалаврській підготовці електромеханіків, яку передбачено навчальними планами, практична складова підготовки студентів потребує постійного вдосконалення. Адже майбутній фахівець після закінчення університету повинен мати не тільки глибокі теоретичні знання, володіти навичками монтажу та наладки, а й вміти кваліфіковано і якісно обслуговувати сучасне обладнання. Малий термін виробничої практики студентів-електромеханіків, з одного боку, і особливості складної і дорогої матеріальної бази і програмного забезпечення об'єктів автоматизації, з іншого, надають в сучасних умовах лабораторному практикуму профілюючих дисциплін статус одного з найголовніших чинників практичної підготовки.

Література

1. СВ Альтера – Николаев // Сайт СВ Альтера. Электротехника & автоматизация. – Режим доступу: http://www.svaltera.ua/about/geography/offices/nikolaev/

2. **Гаврилов С.О.** Лабораторний стенд для вивчення сучасних методів і засобів керування асинхронним електроприводом / С.О. Гаврилов, О.О. Жигадло // Автоматика та електротехніка – 2013: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2013. С.105-106.

3. **Гаврилов С.О.** Використання LEGO Mindstorms NXT та NI LabVIEW в лабораторному практикумі / С.О. Гаврилов, В.В. Артюх // Електротехніка і електромеханіка: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2011. С.53-54.

УДК 681.5

СТАБІЛІЗАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Гаврилов Сергій Олексійович, Шарейко Дмитро Юрійович, Фоменко Андрій Миколайович, Савченко Олег Валерійович, Богаченко Максим Юрійович.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Дослідження проводиться на основі класичної системи керування електроприводом, яку представлено на рисунку 1. Електропривод складається з електродвигуна, який з'єднаний з механічною системою, мікроконтроллерів та датчиків струму і швидкості в якості зворотних зв'язків [1]. Внутрішній контур виконує регулювання моменту двигуна і складається з силового перетворювача, електромагнітної частини двигуна, датчиків струму та регулятору моменту.

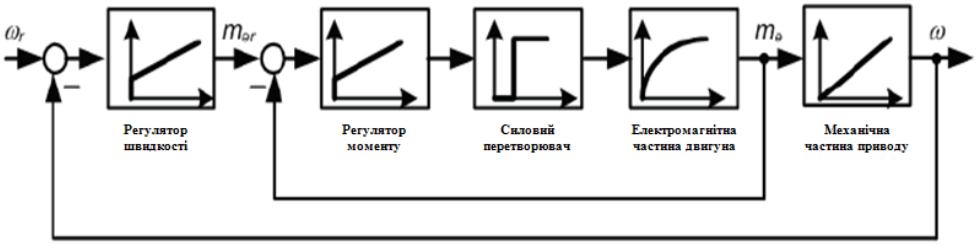


Рисунок 1 - Функціональна схема класичного електроприводу

Оскільки цей контур розроблений для забезпечення швидкого регулювання моменту, він може бути наближеним до еквівалентної ланки першого порядку з малою постійною часу. Завдяки цьому можна використовувати двигун як постійного, так і змінного струму. Зовнішній контур складається з механічної частини двигуна, датчика та регулятора швидкості. Така структура є неефективною для двомасових систем керування. Тому для покращення динамічних характеристик електроприводу потрібно змінити параметри регулятора.

Параметри регулятора можна визначити за такими рівняннями [1]:

$$k_1 = T_1 T_2 T_c \omega_0^4; \quad (1)$$

$$k_1 = 4 T_1 \varsigma_r \omega_0; \quad (2)$$

$$k_1 = T_1 T_c \left(2\omega_0^2 + 4\varsigma_r^2 \omega_0^2 - \frac{1}{T_2 T_c} - \frac{1}{T_1 T_c} \right); \quad (3)$$

$$k_3 = k_1 (\omega_0^2 T_2 T_C - 1); \quad (4)$$

де ς_r – коефіцієнт відносного демфування; ω_0 – резонансна частота системи; T_1 – постійна часу двигуна; T_2 – постійна часу навантажувальної машини;

$$T_1 = \frac{\Omega_N J_1}{M_N}, \quad T_2 = \frac{\Omega_N J_{21}}{M_N}$$

де Ω_N – номінальна швидкість двигуна; M_N – номінальний момент двигуна; J_1,J_2 – момент інерції двигуна та навантажувальної машини відповідно, Тс – постійна часу жорсткості.

$$T_C = \frac{M_N}{K_c \Omega_N}.$$

де K_c – коефіцієнт жорсткості.

Чисельний експеримент. На основі схеми (рисунок 1) за допомогою пакета прикладних програм Matlab було проведено моделювання системи стабілізації швидкості двигуна постійного струму з використанням стандартного ПІД-регулятора і принципово нового адаптивного регулятора, заснованого на методі аналітичного конструювання [13].

Підставивши в схему значення, запропоновані в [1] отримани перехідні характеристики для визначання показників якості керування, що показані на рисунку 3. Крива зверху відображає скачок струму якоря, знизу –

кутову швидкість. Було проведено заміну ПІД-регулятора на АР, структурну схему якого представлено на рисунку2.

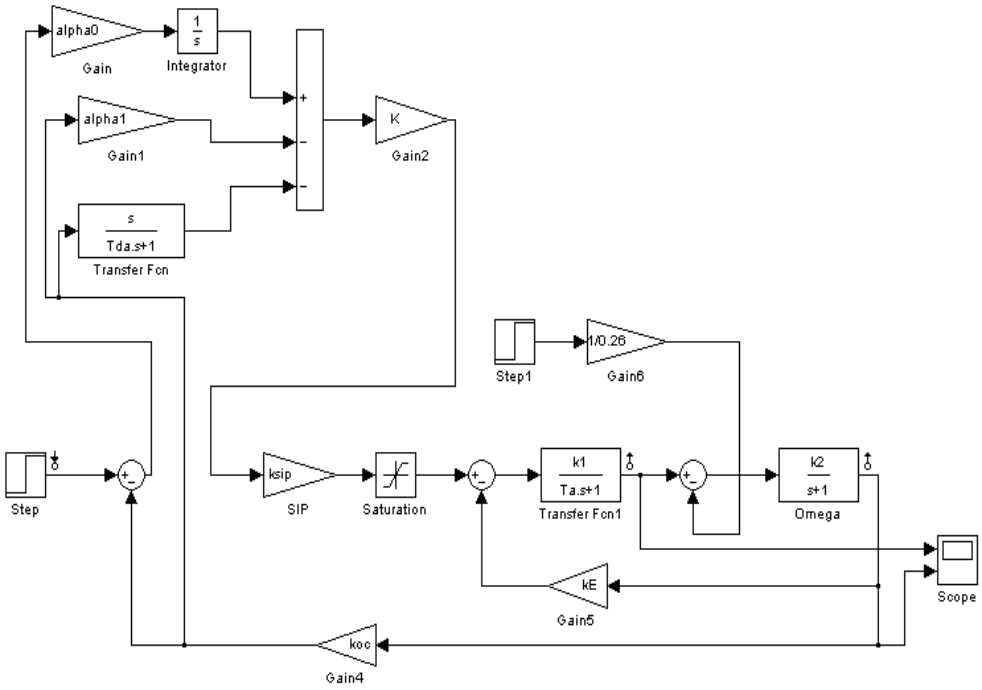


Рисунок 2 - Структурна схема електроприводу з адаптивним регулятором

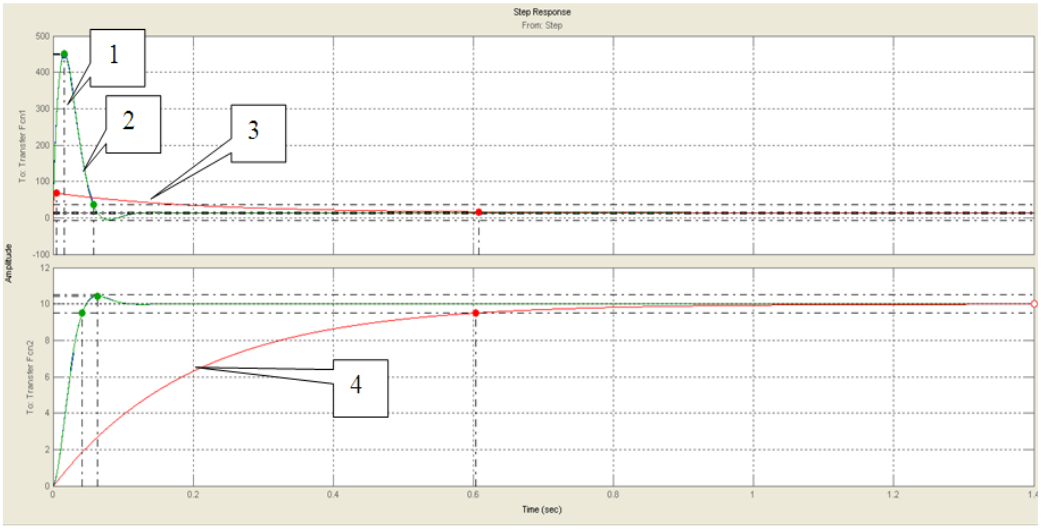


Рисунок 3 - Перехідні характеристики системи з АР

Задаючись параметрами, запропонованими в [2], отримали перехідні характеристики струму та швидкості, за якими можна визначити час перехідного процесу. В обох випадках перерегулювання не перевищує 5% і час перехідного процесу – менше 0,06 с. Однак, в системі з АР відсутня статична помилка, що підтверджує наявність властивості робастності. Проведений синтез регулятору, за результатами якого з'ясовано, що зміна постійної часу Td.a. адаптивного регулятора не впливає на роботу електропривода, проте зміна коефіцієнту α_1 адаптивного регулятору в десять разів значно зменшує перерегулювання, яке складає 0,38%, але збільшує час перехідного процесу t=0.6с. При цьому двигун плавно розганяється і має значно менший кидок струму при запуску, що є бажаним аргументом для двигуна постійного струму.

Література

1.Применение новых адаптивных регуляторов в системах стабилизации скорости двигателей постоянного тока Л. А. Краснодубец // Вестник СевНТУ. Автоматизация процессов и управление: сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 108 — С. 213-217.

2.**Герман-Галкин С.Г.** Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК / С.Г. Герман-Галкин. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.
3.**Krzysztof Szabat and Teresa Orlowska-Kowalska.** Adaptive control of the electrical drivers with the elastic coupling using Kalman filter. // Wroclaw University of Technology. Poland. 2009 372 pages.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАСОСНИХ АГРЕГАТАХ

Авдєєва О.А., Ванат Д.Б
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

У нинішній час енергоресурсозбереження є найбільш актуальним питанням у всьому світі. Актуальність енергоресурсозбереженя в електроенергетиці обумовлена насамперед зростом вартості як електроенергії так і електротехнічних матеріалів. Високе енергоспоживання насосних агрегатів, а також їх широке застосування як в промисловості, так і в судновому обладнанні, підтверджує доцільність проведення аналізу можливості енергоресурсозбереження при використанні вказаних пристроїв.

Вирішення проблеми енергозбереження можливо здійснити різними способами. Наприклад, при використання неекономічних засобів керування режимами роботи насосів в системах водопостачання та водовиведення витрачається близько 15 % споживаної електроенергії [1, 2]. Найбільш економічним є регулювання режиму роботи насоса зміною частоти обертання робочого колеса [1]. Тому застосування сучасних способів та засобів керування процесом зміни частоти обертання робочих колес насосів, дозволить збільшити одиничну потужність насосних агрегатів і тим самим зменшити їх загальне число на насосних станціях. Насос у сукупності з електроприводом та передавальним механізмом утворює насосний агрегат. Для приводу використовують переважно короткозамкнені асинхронні двигуни (АД) потужність до 350 кВт, напругою 220/380 В та вище [2]. Тому ще одним способом вирішення питання енергоресурсозбереження можна вважати удосконалення приводних АД насосних агрегатів.

Аналіз першого способу енергоресурсозбереження в насосних агрегатів полягає в наступному. В сучасних насосних установках зміна частоти обертання насосів частіше за все здійснюється з використанням регульованого електроприводу. Сучасний частотно-регульований електропривод – це АД, поєднаний в систему з регульованим перетворювачем частоти та мікропроцесорним регулятором. Використання подібного електроприводу дозволить здійснювати плавний розгін та зупинку потужних насосних агрегатів, виключаючи прояв гідроударів в трубопроводі при застосуванні групового електроприводу. Дуже важливо, що частотно-регульований електропривод дозволяє плавно регулювати продуктивність насоса і, відповідно, значення вихідного напору насосної установки.

Прикладом регульованого перетворювача частоти електроприводу потужної насосної установки є частотний перетворювач на *IGBT* модулях (біполярних транзисторах з ізольованим затвором) [3]. Принципова схема подібного перетворювача наведена на рис. 1.

Використання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для керування насосними агрегатами забезпечить ряд переваг:

- економія електроенергії за рахунок оптимізації енергоспоживання електроприводу при зміні значення регульованого параметру;
- плавний пуск електродвигуна, відсутність механічних навантажень на двигун та кидків струму в мережу;
- ефективне використання споживаної насосним агрегатом потужності у всьому діапазоні регулювання.

Однак використання пристроїв частотного керування електроприводом насосних агрегатів спричиняє певне подорожчання системи в цілому. Тому використання таких приводів доцільне в тих випадках, коли це економічно виправдано, наприклад в потужних насосних агрегатах, або на крупних насосних станціях.

Для можливості енергоресурсозбереження менш потужних насосних агрегатів, в тому числі і суднового призначення, також доцільне використання другого способу енергоресурсозбереження. Цей підхід полягає у використанні спеціально розроблених енергоресурсозбарігаючих АД.

Загальний вигляд насосного агрегату, що містить відцентровий насос та приводний загальнопромисловий АД наведено на рис. 2. Подібні електронасоси мають значні габарити, масу та втрати, так як електродвигун розташований окремо від насосу та має власну систему охолодження.

Меншу масу і габарити мають відцентрові прямоточні електронасоси з вбудованими АД. Прикладом подібних насосів [2] є прямоточний безсальниковий електронасос, який наведено на рис. 3.

Перевагою подібної конструкції є можливість охолодження електродвигуна робочою рідиною, яку перекачує насос.

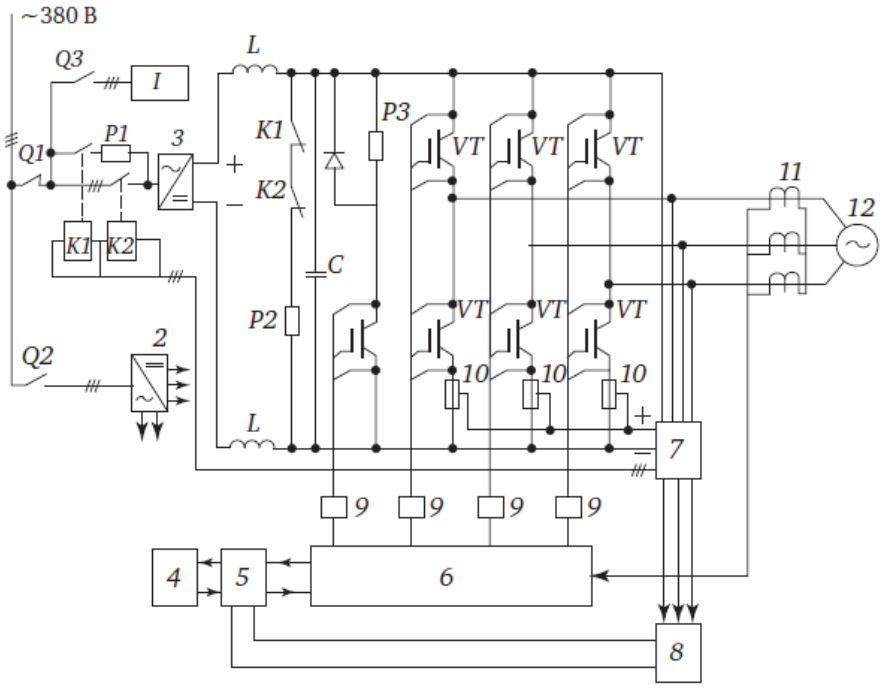


Рис. 1 – Схема частотного перетворювача на *IGBT*-модулях:
1 - блок вентиляторів; 2 - джерело живлення; 3 - випрямляч некерований; 4 - панель управління; 5 - плата пульта управління; 6 – широтно-імпульсний модулятор; 7 - блок перетворення напруги; 8 - плата системи регулювання; 9 - драйвери;
10 - запобіжники блоку інвертора; 11 - датчики струму;
12 - асинхронний короткозамкнений двигун; *Q1, Q2, Q3* - вимикачі силового ланцюга, ланцюга управління і блоку вентиляторів; *K1, K2* - контактори заряду конденсаторів і силового ланцюга; 3 - блок конденсаторів; *R1, R2, R3* - резистори обмеження струму заряду конденсаторів, розряду конденсаторів і вузла зливу;
VT - силові ключі інвертора.

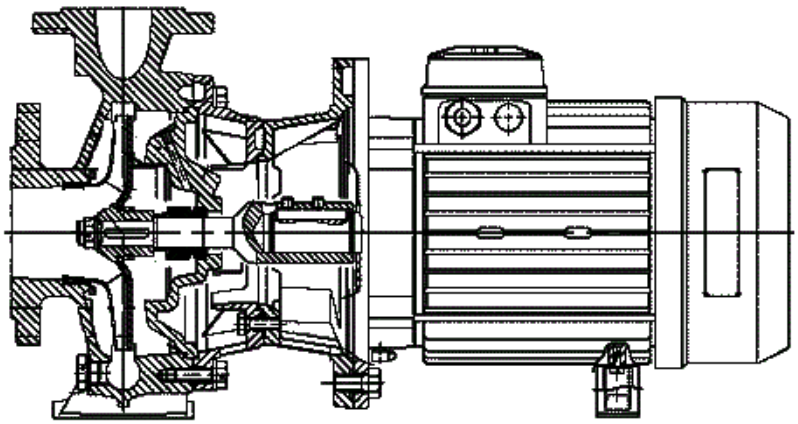


Рис. 2 – Відцентровий електронасос з окремо розташованим приводним двигуном

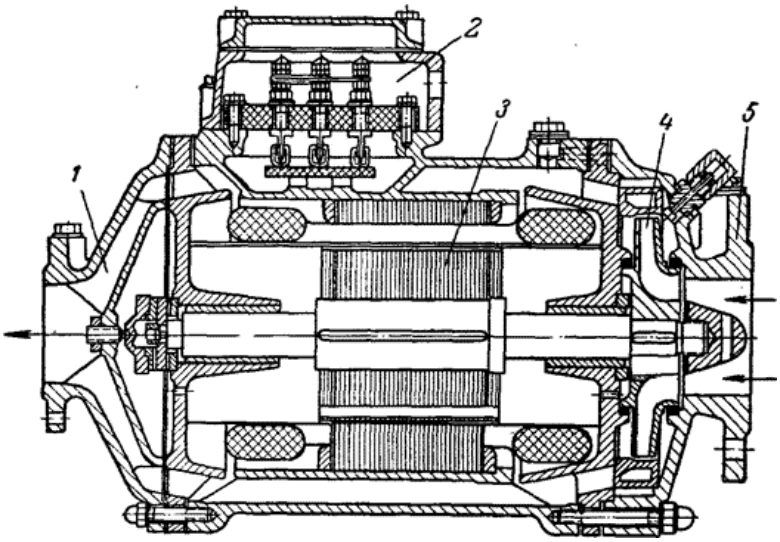


Рис. 3 – Прямоточний безсальниковий насос:
1 – нагнітальний патрубок; 2 – коробка затискачів; 3 – електродвигун;
4 – турбіна насоса; 5 – всмоктувальний патрубок.

Відповідно до рис. 3 конструкція вбудованого в насос АД є традиційною. Замість вказаного технічного рішення можливо використати нетрадиційну конструкцію (рис. 4) з більш розвиненою площею поверхні охолодження [4]. В подібній конструкції інтенсифікується охолодження,так як робоча рідина контактує безпосередньо з поверхнею магнітопровода зі штучною шорсткістю. Зменшується металоємність активної і конструктивної частини АД та насосу. Забезпечується зниження масовартісних показників та втрат активної потужності.

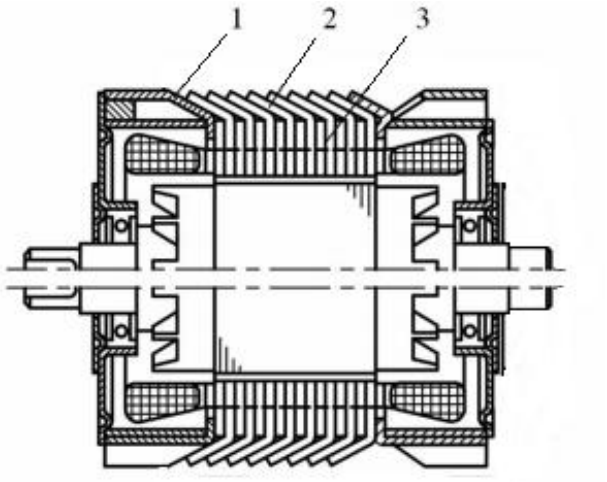


Рис. 4 – Конструктивна схема асинхронного безкорпусного двигуна
з багатоплощинним магнітопроводом статора:
1 – опорний елемент; 2 – частина магнітопроводу з просторовими ділянками шарів;
3 – частина магнітопроводу з плоскими ділянками шарів

Висновок. Енергоресурсозбереження в насосних агрегатах з АД можливе використанням частотно-регульованого електропривода та використанням спеціально розроблених енергоресурсозберігаючих без корпусних АД. Вбудоване виконання з багато площинним магнітопроводом статора суттєво підвищує надійність, знижує рівень шуму та вібрацій, покращує охолодження та забезпечує енергоресурсозбереженя у цілому.

Список використаних джерел

1. **Закладной А.Н.** Энергосбережение средствами промышленного электропривода / А.Н. Закладной, А.Б. Праховник, А.И. Соловей. – К.: «ДІЯ». – 2001. – 343 с.

2. **Лезнов Б.С.** Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках и воздуходувных установках. – М.: Энергоатомиздат. – 2006. – 360 с.

3. **Лезнов Б.С.** Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М.: Машиностроение. – 2013. – 176 с.

4. **Ставинский А.А.** Универсальный метод структурно-параметрического синтеза электромагнитных систем. Ч.2. Результаты сравнительного анализа основных вариантов электромагнитной системы асинхронного короткозамкнутого двигателя / А.А. Ставинский, Е.А. Авдеева, О.О. Пальчиков, Р.А. Ставинский // Электричество. – 2017. – №5. – с. 18-26.

УДК 629.1.04

АВТОМАТИЧНІ ВІТРИЛЬНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ СУДЕН.

А.В. Надточий, к.т.н., І.І. Надточій, магістр, Є.А. Мошенський, студент
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон

Для оперативного моніторингу надводної та підводної обстановки на внутрішніх акваторіях, у територіальних водах і у виключній економічній морській зоні доцільно використовувати автоматичні та автоматизовані малорозмірні надводні судна (катери) або так звані БНС (безекіпажні надводні судна). На такі засоби морської техніки існує попит оскільки їх створенням активно займаються всі провідні морські держави світу [1].

При створенні БНС виникає ряд задач пов'язаних з забезпеченням високого терміну їх автономності (дальності ходу). При суттєво обмеженій водотоннажності забезпечити автономність БНС в декілька десятків годин при достатньо високій швидкості ходу вже складна науково-інженерна задача. Це пов'язано перш за все з низькою питомою енергомісткістю акумуляторів електричної енергії. Використання таких джерел енергії як хвильові, вітрові та фотоелектричні перетворювачі на борту БНС на даний час може розглядатись як єдина прийнятна з точки зору економічності та екологічності міра вирішення цієї задачі. Таким чином, енергетичні системи БНС з автономністю в десятки або сотні годин можуть бути тільки комбінованими і містити в собі основну пропульсивну установку з гребним електричним двигуном (ГЕД) і джерелом електроенергії від хвильового, вітрового генератора та фотоелектричного перетворювача і допоміжну (резервну) рушійну установку з використанням теплового двигуна або ГЕД з живленням від потужної резервної акумуляторної батареї. Енергію вітра для пропульсивних потреб очевидно, доцільно використовувати напряму за допомоги вітрила. У зв'язку з цим виникає задача визначення типу вітрила, його конструкції і реалізації в діючий зразок а також побудова надійної та ефективної системи керування як вітрилом так і системи керування електроенергетичним обладнанням БНС у комплексі.

На даний час існують чисельні проекти різноманітних вітрильних установок, проте їх застосування в БНС в більшості випадків не прийнятне або утруднене. Основна причина такого положення - це потреба в наявності екіпажу або пілота на борту для керування вітрилом (безпосереднього або дистанційного). Іншою причиною є пристосованість вітрил для конкретних типів плавзасобів. Тому необхідно проведення широкого кола науково-дослідницьких та конструкторських робіт націлених на розробку спеціальної вітрильної автоматичної установки для БНС з високим терміном автономності.

Орієнтовні вихідні дані для проектування автоматичної вітрильної установки для БНС наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Орієнтовні вихідні дані для проектування автоматичної вітрильної установки БНС.

№ з/п	Характеристика	Од. виміру	Числове значення
1	Розміри корпусу БНС (ДхШхВ)	м	2,0 х0,5х1,0
2	Осадка	м	0,8
3	Водотонажність	т	0,12 -0,15
4	Крейсерська швидкість ходу	м/с (уз.)	3,0 (5,83)
5	Термін автономності	год	100
6	Дальність ходу	миль	583
7	Діапазон швидкостей вітру	м/с	3,0 – 20,0
8	Номінальна швидкість вітру	м/с	8,0
9	Хвилювання	балів	0 - 4

Висновки. 1. Тривалий термін автономності БНС може бути забезпечений тільки з використанням додаткових джерел енергії на основі хвильових, вітрових та фотоелектричних перетворювачів. Створення таких додаткових джерел є складною науково-технічною проблемою.

2. Вітрильні установки для пропульсивних потреб БНС з великим терміном автономності є найбільш перспективними у найближчому майбутньому ефективність яких перевірено і доведено століттями існування морської справи.

3. Розробка та побудова діючого зразка БНС вимагає концентрації значних інтелектуальних ресурсів а також фінансування для проведення НДДКР.

Список літератури

1. **В.С. Блінцов.** Сучасні завдання проектування та створення засобів морської робототехніки. [Текст] / В.С. Блінцов, д.т.н., проф.; П.С. Куценко, аспірант; А.В. Надточій, викладач; В.В. Соколов, інженер //Інновації в суднобудуванні та океанотехніці – 2016. – С. 338 – 339.

2. Паруса крылья [Електронний ресурс]: /Капітан дольнього плавання В.С. Шитарев. – Електронний журнал «Двигалель»=№6(89)2012 Сайт – Режим доступа: http://engine.aviaport.ru/issues/84/pics/pg52.pdf.

3 Безекіпажне судно ACTUV [електронний ресурс] // Сайт – Режим доступа: http://vido.com.ua/article/13966/vms-ssha-viprobovuiut-bieziekipazhnie-sudno-actuv/.

4 Радиоуправляемые модели [електронний ресурс] // Сайт «RCHobby». – Режим доступа: https://www.rc-hobby.com.ua/parusnye-yakht

УДК 629.1.04

ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ LI – АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

А.В. Надточий, к.т.н., С.В. Удод, студент, В.В. Міхєєнко студент
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон

Термін дії автономних транспортних систем багато в чому залежить від ємності бортової акумуляторної батареї. Сучасні акумуляторні батареї для підводних апаратів (ПА) та надводних безекіпажних суден (БНС) будуються на швидко розрядних Li-ion елементах [1], найбільш розповсюдженим з яких є елемент типу 18650 (циліндричний) та Li-P (призматичний) стандарти на які у кожного з виробників свої.

Літієві акумулятори зрідка проявляють схильність до вибухового самозаймання яке може приводити до тяжких наслідків. Основною причиною цього явища є дефекти при виробництві акумуляторів які призводять до внутрішнього короткого замикання. Іншою причиною є неправильна експлуатація: перегрів елемента (вище 60°С), неправильна зарядка/розрядка (перевищення максимально допустимої напруги, зарядка на високих струмах, занадто глибока розрядка), вібраційні перевантаження, експлуатація за межами допустимого температурного діапазону, механічний вплив, стискання і т. д. В таких випадках Li - елемент у більшості випадків просто виходить з ладу але виникнення пожежі цілком можливе [3].

У зв'язку з цим як відомо Li - елементи та акумуляторні батареї на цих елементах оснащують спеціальними електронними модулями – BMS (Battery Management System). BMS захищає елементи від перевантаження, перегріву та перерозряду а також від перезаряду при заряджанні. В акумуляторних батареях які містять певне число (від 2-х до 8) послідовно з'єднаних елементів (наприклад 18650), BMS часто використовується також в якості схеми балансування для вирівнювання струму заряджання між послідовними секціями елементів.

Побудова акумуляторних батарей ємністю 100 ампер-годин з напругами 11,1 (12) В, 22,2 (24) В, 44,4 (48) В досить важка задача бо така батарея містить відповідно 120 (40P3S), 240 (40P6S) та 480 (40P12S) елементів ємністю по 2,5 ампер-години. Щоб контролювати таку кількість елементів необхідно проектувати спеціальні BMS та потужні зарядні пристрої. При всіх інших рівних умовах необхідну ємність вигідніше набирати менш потужними, готовими до експлуатації акумуляторними збірками (по 5÷10 А□г). Очевидно, що в цьому випадку масо-габаритні показники готової батареї (100 А□г) будуть гірші із-за наявності додаткових з'єднувальних провідників, коннекторів, утримуючих конструкцій тощо. Остаточна вартість також буде вищою. Однак є і низка переваг серед яких доступність до окремих акумуляторних збірок, модульність, можливість заряджати кожну секцію окремо що дозволить швидко збирати та міняти секції і проводити діагностичні процедури, кращі умови охолодження [4].

Висновки

1. Потужні Li – акумуляторні батареї повинні містити в собі модулі моніторингу та комутації елементів (BMS). Такі BMS повинні оснащуватись відповідними інтерфейсами для зв'язку з бортовими керуючими системами ПА або БНС.
2. При виході з ладу будь-якого елементу (групи елементів) батареї всі інші повинні залишитись неушкодженими. Бажано розміщувати на борту ПА чи БНС систему гасіння пожежі в Li – акумуляторній батареї що само по собі складна проблема.

3. Створення потужного Li - акумулятора з окремих елементів вимагає наявності спеціальних приладів для визначення ємності і внутрішнього опору для підбору однотипних елементів, прецизійного зарядного пристрою та апарата для контактного зварювання для складання батареї.
4. Потужну Li-ion батарею вигідніше набирати менш потужними акумуляторами (по 5÷10 А□г) конструктивно оформлених як готові вироби (надійні та безпечні).

Список літератури

1. **Р.О. Воскобойников.** Доминирующее направление развития энергетичесских установок современных подводних аппаратов. [Текст] / Р.О. Воскобойников, В. Н. Овсянников к.т.н., доц.//Підводна техніка і технологія: Матеріали VII Всеукраїнської наук. – техн. конф. з міжнародною участю – Миколаїв: НУК, 2017. – С.5-7.

2. **В.С. Блінцов.** Сучасні завдання проектування та створення засобів морської робототехніки. [Текст] / В.С. Блінцов, д.т.н., проф.; П.С. Куценко, аспірант; А.В. Надточій, викладач; В.В. Соколов, інженер //Інновації в суднобудуванні та океанотехніці – 2016. – С. 338 – 339.

3. Литий-полимерные (Li-Pol) аккумуляторы [електронний ресурс] // Сайт «RCHobby». – Режим доступа: http://www.rcdesign.ru/articles/engines/lipol. Заглавие с экрана.

4. Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы [електронний ресурс] // Сайт «RCHobby». – Режим доступа: https://www.ixbt.com/mobile/review/lipol.shtml. Заглавие с экрана.

УДК621.3.077.2

БЕЗРЕДУКТОРНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

Надточій В.А., к.т.н., Магріпов А.В., студент, Тулінов Д.С., студент,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон

При застосуванні електроприводів для створення різноманітних робото-технічних комплексів досить часто виникають проблеми пов'язані з наявністю механічних передач (редуктори, передачі гвинт-гайка, ланцюгові передачі, ременеві та інші). Наявність механічних передач зменшує ККД електропривода в цілому, його надійність і точність, погіршує масо-габаритні показники.

Актуальним є побудова електроприводів що не містять складні механічні передачі, мають мінімальні втрати енергії, не містять нелінійностей типу «люфт», «зазор», мають високий ресурс. Це питання досить складне в міру свого протиріччя, оскільки поняття електропривода пов'язане з взаємним перетворенням електричної та механічної енергій, тому механічна ланка в електроприводі є необхідною складовою.

Використання внутрішніх напружень при комбінованих деформаціях гнучких матеріалів, зокрема кілець круглого або прямокутного перетину для безпосереднього перетворення обертального моменту електродвигуна в механічне зусилля може спростити загальну будову механічної частини електроприводів маніпуляторів. Можливість використання таких механічних передач пояснюється на рис. 1 (а), де зображено груз - 4 з лінійними підшипниками - 5 підвішений через еластичне кільце – 3 до валу – 2 електродвигуна – 1. Груз не може обертатись разом з валом двигуна але може здійснювати лінійне вертикальне переміщення вздовж напрямних - 6. При вмиканні двигуна, вал почне закручувати еластичне кільце і його форма приймає вигляд подібний до подвійної гвинтової лінії (див. рис. 1б). При цьому спостерігається певна залежність висоти підвісу груза від числа витків гвинтової лінії або від числа обертань вала двигуна, $h = f(n)$ де h - висота підвісу грузу; n – кількість витків гвинтової лінії утвореної еластичним кільцем при закручуванні.

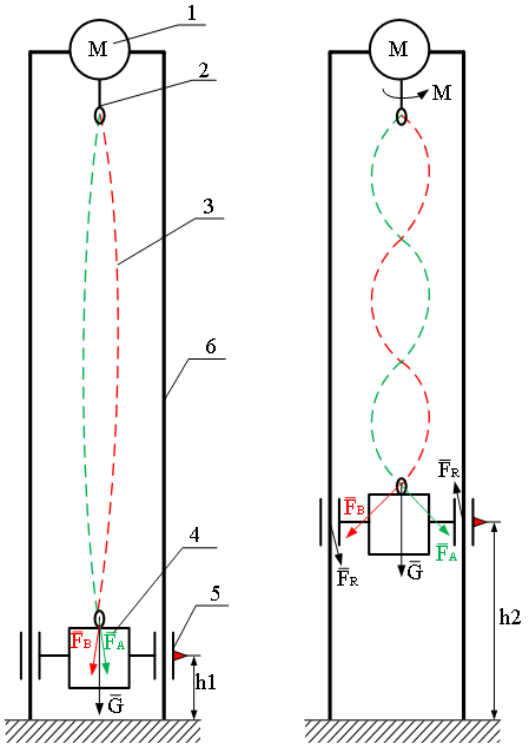
Обертальний момент, який розвиває двигун при його вмиканні, закручує гнучкі стрижні навколо один одного. При цьому в їх матеріалі виникають внутрішні напруження, які урівноважують цей момент з одного боку а з іншого боку урівноважують силу ваги підвішеного груза. Внутрішні напруження також викликають комбінацію деформацій матеріалу з якого вони виготовлені, основними з яких є розтягування і згинання.

Залежність кількості обертань стрижнів - n (або інакше, кута повороту ротора двигуна – α) від кута підйому гвинтової лінії – φ.

$$n = \frac{L|\cos(\varphi)|}{|l|} = \frac{L|\cos(\varphi)|}{2\pi R} \quad (1)$$

При цьому необхідно враховувати умову $L \geq H \geq 2R$ з якої можна визначити граничне число - n та відповідний йому кут підйому гвинтової лінії – φ.

При $L = R = 1$ та закручуванні в діапазоні $\pm\left(\frac{\pi}{4} \le \varphi \le \frac{\pi}{2}\right)$ залежність (1) майже лінійна, в діапазоні $\pm\left(\frac{\pi}{10} \le \varphi \le \frac{\pi}{4}\right)$ нелінійна, а в діапазоні $\pm\left(0 \le \varphi \le \frac{\pi}{10}\right)$ обмежується умовою $H \ge 2R$, тобто крок гвинта в цьому діапазоні не може бути меншим за діаметр стрижнів. Таким чином кут підйому гвинтової лінії – φ може існувати в діапазоні $\pm\left(\frac{\pi}{10} \le \varphi \le \frac{\pi}{2}\right)$.



а) б)

Рис. 1 – Механічна передача з еластичними елементами

Сила що розтягує стрижень,

$$F_A = \sqrt{F_{ДВ}^2 + G^2} = \frac{G}{2\sin\varphi}.$$
$$F_{ДВ} = \frac{M_{ДВ}}{R} = \frac{F_A \cos\varphi}{2}. \quad (2)$$
$$G = mg,$$

де m – маса вантажу, кг; g – прискорення свобідного падіння.

Статичний обертальний момент двигуна

$$\pm M_{ДВ} = FR = \frac{G\cos(\varphi)}{2\sin(\varphi)}R \quad (3)$$

де G – вага груза (навантаження), Н; R – радіус стрижнів, м.

Як видно, при граничних кутах підйому гвинтової лінії ($\varphi = \pm 0{,}314$), тобто при максимальній висоті підйому, необхідно прикласти зусилля, $\pm M_{ДВ} = FR = 1{,}54GR$

Графік статичного моменту - $M_{ДВ}$ в залежності від кута підйому гвинтової лінії - φ при $R = 1$ та $G = 1$ наведено на рис. 2, де вертикальні лінії показують зону обмеження $\pm\left(0 \le \varphi \le \frac{\pi}{10}\right)$.

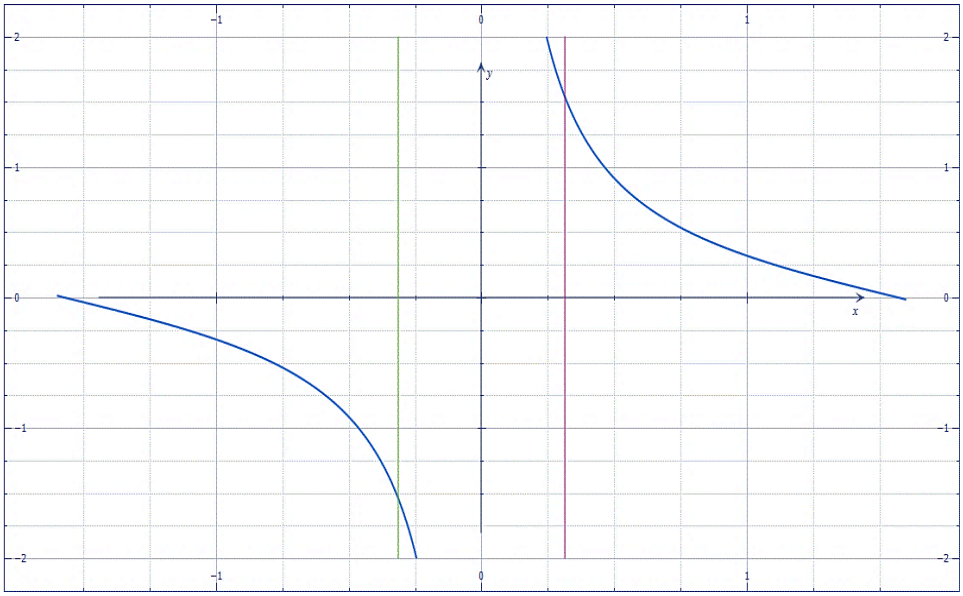


Рис. 2 - Залежність статичного моменту - $M_{ДВ}$ та кута підйому гвинтової лінії – φ з врахуванням обмеження $H > 2R$

Висновки

1. При закручуванні стрижнів при сталому навантаженні, момент опору зростає, довжина гвинта скорочується і вантаж підіймається. При цьому довжина стрижнів збільшується за рахунок повздовжньої і поперечної деформації. Для компенсації деформацій необхідно додатково збільшувати кут закручування. При подальшому закручуванні стрижнів, деформації носять нелінійних характер і в залежності від напружень в матеріалі викликаних дією зовнішніх зусиль можуть призвести до їх руйнування.
2. Актуальною є задача вибору відповідного матеріалу для виконання стрижнів та їх оптимальні характеристики.
3. Даний вид електропривода відноситься до приводів односторонньої дії, тобто для виконання руху в протилежному напрямку необхідно застосовувати другий привод (привод-антагоніст якщо проводити паралель з біологічними аналогами) який може бути менш потужним якщо виконувана робота полягає лише в переміщенні вантажів в гравітаційному полі. Цю властивість можна віднести до недоліків.
4. Використання таких типів електроприводів може бути також застосовано в мікроелектромеханічних системах.

Список використаних джерел

1. **Юревич Е. И.** Основи робототехники. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БВХ Петербург, 2005.-416 с.
2. Опір матеріалів: підручник / В. І. Шваб'юк. — К.: Знання, 2016. — 407 с.
3. Конспект лекций по высшей математике: полный курс/Д. Т. Письменный. - 9-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2009. - 608 с.
4. **Чиликин М.Г., Сандлер А.С.** Общий курс электропривода: Учебник для вузов. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.:Энергоиздат, 1981. – 567 с.
5. **Орлов А.** AutoCAD 2013 (+CD с видеокурсом). — СПб.: Питер, 2013. — 384 с.: ил.

УДК621.3.077.2

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Надточій В.А., к.т.н., Крохмаренко О.О., студент, Німас С.С., студент
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон.

Безредукторні електроприводи з гнучкими елементами можуть бути використані при побудові маніпуляторів (див. рис. 1) та інших пристроїв, де необхідне лінійне та радіальне переміщення вантажу.

Відсутність редуктора в електроприводи, повинна позбавить ці пристрої від зайвого шуму при роботі і сприяти підвищенню точності функціонування, зменшенню капітальних та експлуатаційних витрат. Таким електроприводам властива висока стійкість до перевантаження. Недоліком таких електроприводів являється необхідність використання подвійних комплектів.

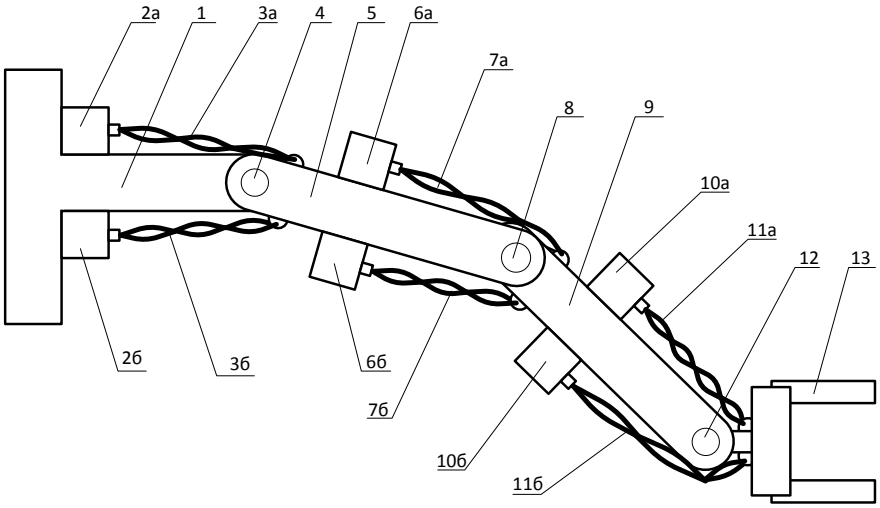


Рис. 1 – Компоновка елементів маніпулятора з безредукторними електроприводами на гнучких елементах 1 – основа маніпулятора, 2а та 2б – електродвигуни прямого і зворотного руху 1-ї ланки, 3а та 3б – гнучкі елементи приводів 1-ї ланки, 4 – шарнір 1-ї ланки, 5 –ланка 1, 6а та 6б – електродвигуни прямого і зворотного руху 2-ї ланки, 7а та 7б – гнучкі елементи приводів 2-ї ланки, 8 - шарнір 2-ї ланки, 9 – ланка 2, 10а та 10б – гнучкі елементи приводів 3-ї ланки, 11а та 11б –гнучкі елементи приводів 3-ї ланки, 12 - шарнір 3-ї ланки, 13 – захватний орган.

З метою вивчення властивостей безредукторного електропривода на основі гнучких елементів та вибору найбільш відповідного матеріалу для них, а також для визначення ефективних алгоритмів керування, пропонується спеціальний лабораторний стенд (див. рис. 2)

Стенд складається з рухомої та нерухомої частин. На рухомій частині - 3, яка має змогу вільно переміщатись тільки у вертикальному напрямку по напрямних - 1 розташовується випробувальний вантаж, датчик сили - 13 і вузол кріплення пари гнучких елементів – 6. Для зменшення сил тертя при переміщенні рухомої частини по напрямних, в якості опор ковзання використовуються лінійні підшипники кочення – 2. Нижня нерухома частина – 5, виконує функції основи або фундаменту для всієї конструкції та електрообладнання. Верхня нерухома частина – 7, призначена для закріплення електродвигуна – 8 та датчика кутового положення ротора двигуна (оптичного енкодера) – 10. Ротор двигуна має передній і задній вали до яких з одного боку за допомоги спеціальної насадки приєднується верхня частина пари гнучких елементів – 6, а з іншої сторони через з'єднувальну муфту – 9 приєднується вал енкодера. Наявність енкодера є не обов'язковою умовою і залежить від типу електродвигуна. Кут повороту ротора можна обчислити при використанні наприклад крокових або безколекторних двигунів з вбудованими датчиками положення ротора.

У випадку використання крокових двигунів (КД) інформація про кут повороту можна отримати по числу імпульсів керування в активному режимі та за допомоги схеми виміру індуктивності однієї з обмоток двигуна в пасивному стані. Точність визначення кута повороту в залежності від типу КД і типу керування може бути до $0{,}6^0$. У випадку застосування безколекторного двигуна з датчиками положення ротора точність визначення кута повороту значно менша і складатиме 90^0 або 120^0.

Основними джерелами корисної інформації є датчик струму живлення електродвигуна – 11, датчик переміщення вантажу – 12 та тензодатчик – 13.

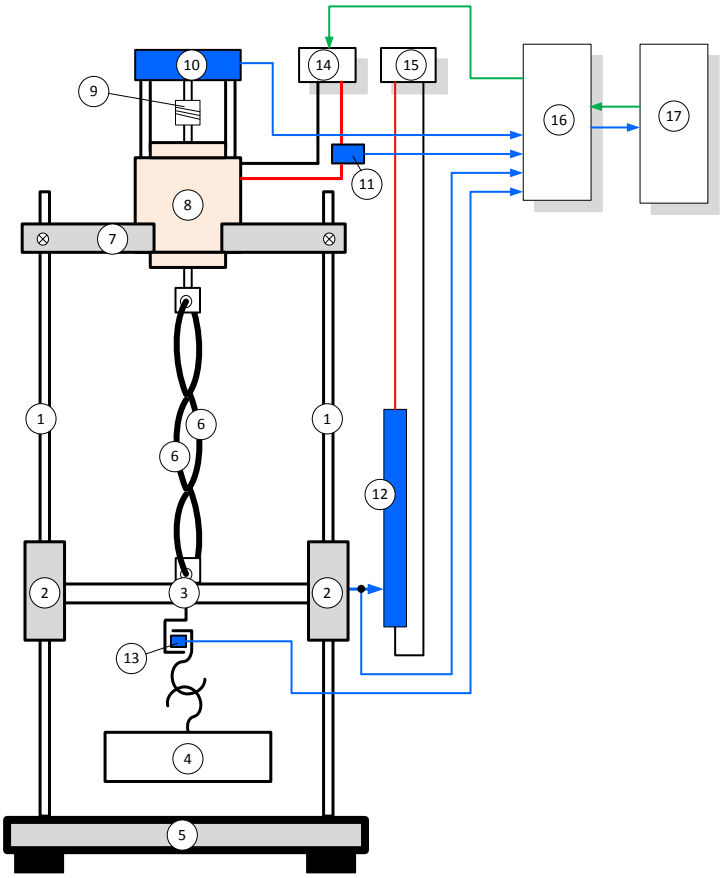


Рис. 2 – Схема стенду для дослідження електропривода з гнучкими елементами
1 – напрямні стойки, 2 – лінійні підшипники кочення в корпусах, 3 – вантажна рама, 4 – випробувальний вантаж, 5 – рама, 6 – випробувальні гнучкі елементи – 6, 7 – рама двигуна, 8 – двигун, 9 – з'єднувальна муфта, 10 – енкодер (датчик кута повороту/швидкості), 11 – датчик струму живлення двигуна (датчик навантаження/моменту), 12 – лінійний змінний опір (датчик положення і переміщення вантажу), 13 – тензодатчик (датчик сили ваги/інерції), 14 – керований блок живлення двигуна, 15 – додатковий блок живлення, 16 - пристрій введення/виведення, 17 – ПЕОМ.

За допомоги датчика струму можна визначити електромагнітний момент електродвигуна а отже і силу натягу в гнучких елементах.

Датчик переміщення вантажу потрібен для визначення відповідних переміщень вантажу та динамічних показників. Тензодатчик необхідний для визначення силової взаємодії електропривода та вантажу.

До складу стенда входять два блока живлення – 14, 15, один з яких має бути керованим для регулювання вихідних координат двигуна (α, $\dot{\alpha}$, M). Інший блок живлення необхідний для забезпечення роботи зовнішнього електрообладнання та датчиків.

Оскільки для обробки та накопичення отриманих даних буде використовуватись комп'ютер – 17, стенд додатково оснащується пристроєм вводу-виводу – 16. Інформація отримана від датчиків, передається до ПЕОМ. Для відпрацювання ефективних алгоритмів керування, керуючий вплив передається до керованого блоку живлення електродвигуна – 14.

Висновки. При закручуванні гнучких елементів їх довжина збільшується за рахунок повздовжньої і поперечної деформації. Для компенсації деформацій необхідно додатково збільшувати кут закручування, що призводить до ще більш суттєвих деформацій які можуть вийти за межі пружних. При подальшому закручуванні гнучких елементів, деформації носять нелінійних характер і в залежності від напружень в матеріалі викликаних дією зовнішніх зусиль можуть призвести до їх руйнування.

Актуальною є задача вибору матеріалу для гнучких елементів.

Для визначення докладних властивостей та характеристик даного виду електроприводів, зокрема механічних та електромеханічних характеристик необхідно провести певний обсяг науково-дослідницьких робіт.

Список використаних джерел

1 **Юревич Е. И.** Основи робототехники. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БВХ Петербург, 2005.-416 с.

2. **Чиликин М.Г., Сандлер А.С.** Общий курс электропривода: Учебник для вузов. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.:Энергоиздат, 1981. – 567 с.

3. Сопротивление материалов [електронний ресурс] // wikipedia. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Сопротивление материалов.

4. Наукові дослідження [електронний ресурс] // wikipedia. – Режим доступа:https://uk.wikipedia.org/wiki/ Наукові дослідження

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ГРУППЫ АНПА

Алоба Лео Тосин

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г.. Николаев

Группа согласованных АНПА, занимающихся задачами обеспечивает гибкость, параллелизм, масштабируемость, надежность, стабильность, экономия, энерго-эффективность и эффективность и дешевле за пределами того, что возможно при использовании одного АНПА [1,2]. Специализированный моделирующий комплекс (СМК), предназначенный для компьютерного исследования интеллектуальных систем автоматических управления (САУ) одиночным АНПА и групповым управлением АНПА в условиях нестационарности собственных параметров АНПА и неопределенности внешних возмущений с содержанием программных модулей. [3] [4].

Одним из условий для реализации группового управления (ГУ) - организация требуемого навигационного обеспечения для всех АНПА в группе.

В некоторых специальных случаях, множественные недорогие целевые АНПА направляются и управляются одним или двумя АНПА более высокими ценами. Задача заключается в разработке согласованных стратегий однородной группы АНПА и в модульной архитектуре, которая позволяет обрабатывать неоднородность.

На рисунке 1 (а) показана скоординированная группа разнородных АНПА, где один более дорогостоящий центральный АНПА, на основе интеллектуального радиогидроакустического буя (РГАБ) дифференциальной GPS (ДСГП), чтобы предоставить дешевых АНПА с навигационной информацией. Используя подводную концепцию ДСГП, а также набор интеллектуальных поверхностных РГАБ (обычно четыре из них). Точное положение центрального (ведущего) АНПА, несущего акустического пингера, можно оценить по измеренному времени прихода сигнала (ТОА) акустических сигналов и ДСГП, которые собирались и вычислялись навигационным судно–носителем или/и поверхностными буями по радиолинии и иногда с расстояния до 5 км [5].

С системой, ведущий получит точную позицию ДСГП, не поднимаясь на поверхность, чтобы периодически откалибровать свои позиции, что серьезно нарушит или даже ухудшит всю стратегию координации и формирования команды, помимо нежелательной энергии, потребляемой для взлета до поверхности. Другие АНПА как ведомые получают точное положение через акустическую связь с ведущим АНПА, а ведущий может генерировать и выделять путевые точки другим подчиненным АНПА. Группа разнородными АНПА удобно реализуют скоординированный сценарий поиска.

Ведущий АНПА с надежной навигационной системой может использоваться для управления другими АНПА. Предложенное гибридное управление, сопоставленное с иерархической архитектурой управления для каждого АНПА в гетерогенной/гомогенной системе мульти - АНПА, показано на рис. 1(б).

Обобщенная структура состоит из пятых уровней: два разных уровня, на которых система может быть спроектирована и изучена; микроуровень, который фокусируется на внутренней архитектуре агентов, и макроуровень, который обращается с системой группового управления (СГУ) из глобальной точки.

СУД АНПА - Эта подсистема управляет двигателями, пропеллерами и рулями, то есть движение АНПА управляется с помощью двигателей и рулей и ещё плавучести. Она управляет группой, когда она видит обратную связь, как выполняется его группа.

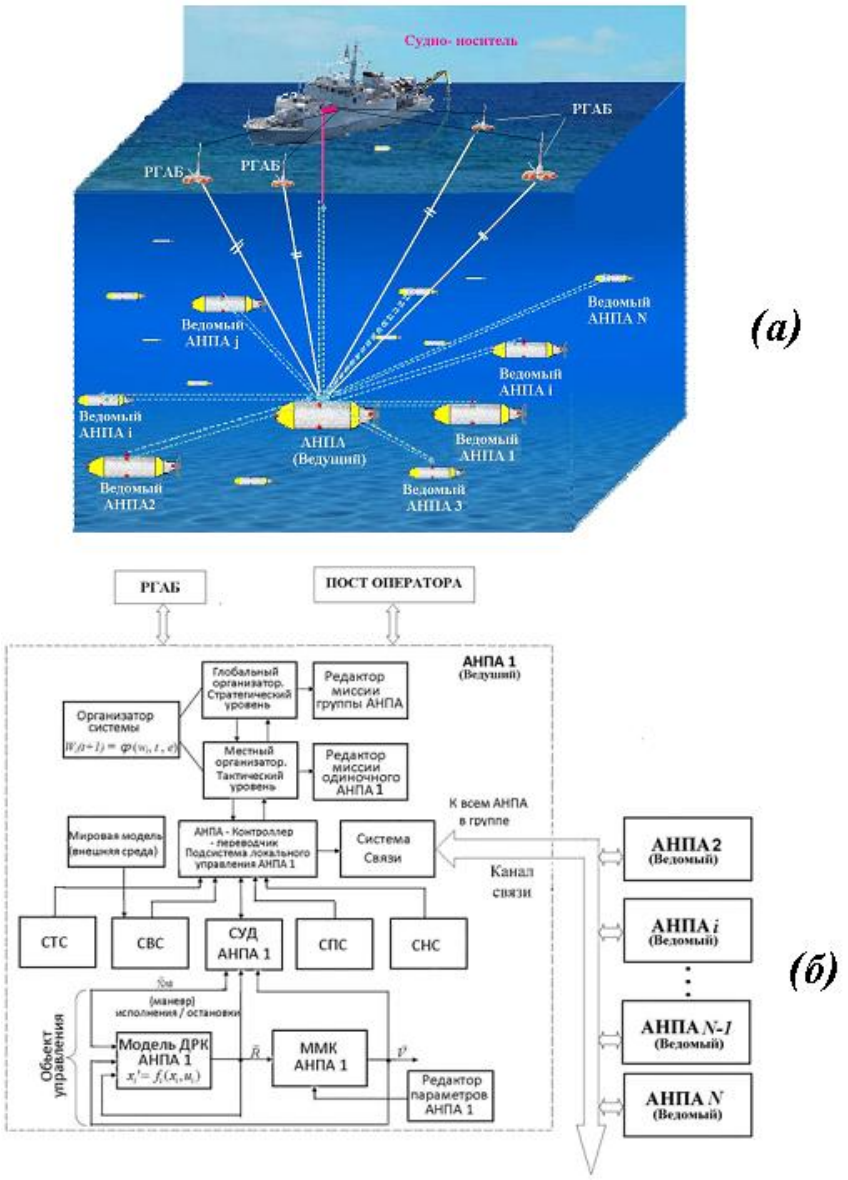


Рис.1. (а) Типичные расположения и связи между АНПА во время подводой миссии, и (б) гибридное управление, отображаемое в иерархической архитектуре управления для каждого АНПА в гетерогенной/гомогенной системе с группой АНПА.

Математическая модель двигательно-рулевого комплекса АНПАІ (ММ ДРК1 АНПА1) – состоит из двигателей и рулей. Уравнение рулевым комплексом содержит в правого частей и сил и датчиками формирует управляющие сигналы на движители.

Структура взаимодействий такова: контролер ведущего группы выполняет процедуру формирования точек выборки и связывает точки выборки вместе со временем координации и с контролерами других групп; по прибытии в назначенную точку выборки каждый групповой контролер отправляет сообщение с образцом ведущего АНПА; процесс начинается снова, когда ведущий получает образцы из других групповых контролеров. Во время каждой миссии предполагается, что в каждой отдельной группе есть только один ведущий, и для простоты эта роль фиксируется для всей миссии без исключения.

Процедуры самоорганизации АНПА для создания группы на практике определяют архитектуру АНПА на основе задачи, для которой она была создана, а также учитывают среду работы. При проектировании архитектуры, важна информация о количестве агентов, которые будут работать над задачей, и взаимодействия друг с другом.

Самоорганизация по параметру - способность группы координировать свои действия на основе показаний её сенсорных подсистем. Самоорганизация в пространстве - группа целенаправленно управляют размещением и перемещением АНПА в пространстве.

Глобальный организатор в ведущем АНПА обрабатывает координацию на основе событий, назначая новые путевые точки для АНПА в группе и определяет, когда миссия завершена, и когда вся система

нуждается в перенастройке. Локальный организатор отвечает за управление движением и диагностику неисправностей каждого АНПА.

Гетерогенные системы мульти - АНПА - Когда ведомые АНПА в группе не могут получить информации от ведущего АНПА в течение ожидаемого временного интервала, один из них займёт позицию в качестве ведущего из-за существующего глобального организатора и вся группа АНПА будет надежной при потере ведущего АНПА.

Уровень стратегической системы управления (СУ) поведением представляет собой интеллектуальную систему, позволяющую реализовать сложные задачи АНПА, приводящие к решению им поставленной задачи. Он раскладывает поставленную задачу на более мелкие подзадачи до тех пор, пока она не будет состоять из заданий для тактического уровня СУ.

Уровень стратегического управления группой АНПА реализуется ведущим группы и включает в себя развитие стратегического поведения і-ой группы и анализирует данную задачу, формализует характеристики объектов подводного поиска и агентов группы, разрабатывает общий план миссии для і-ой группы АНПА. Также, определяет критерии качества выполненной миссии для і-ой группы АНПА; выявление любых проблем и внесение необходимых регулировок.

Глобальный контроллер органайзера находится либо в главном организаторе режима, либо в ведомом АНПА и заботится о сотрудничестве с другими АНПА и принимает решение о единой системе на основе событий.

Уровень тактического управления группы АНПА предусматривает фактическую реализацию задачи поисковой миссии для каждого АНПА і-ой группы. Он выбирает из базы данных законы безопасного пространственного перемещения АНПА и позиционирования, вблизи основанного подводного объекта; выбирает законы идентификации, проверки объектов и документирования результатов; определяет режимы и форматы коммуникации для АНПА і-ой группы между собой, ведущем группы и уровнем стратегического управления.

Мировая модель представляет собой представление об окружающей среде, в которой работает АНПА и информацию о других АНПА в группе. Мировой модели имеет встроенный хранилищ информации и набор инструментов (алгоритмов), которые могут отвечать на запросы и обрабатывать информацию в других формах, когда необходимо. Важным преимуществом является надежное извлечение метаданных из необработанных данных датчиков, позволяющих передавать только критические данные оператору или между АНПА и на самые высокие уровни автономного принятия решений,

Интерпретатор АНПА предоставляет набор команд координации, интерпретируемых из локального органайзера. Такой промежуточный уровень является интерфейсом между координацией высокого уровня в организаторе системы и реализацией низкого уровня в контроллере АНПА.

Переводчик АНПА обращается к локальному организатору события є, которое используется местным организатором для обработки возможных неисправностей. Контроллер АНПА получает маневры, указанные интерпретатором АНПА. Он вычисляет команды управления низкого уровня и выполняет их на АНПА. Взаимодействие между ведущим и ведомым достигается через сеть (канал) связи.

С предлагаемой архитектурой управления гетерогенные системы с несколькими АНПА могли не только реализовывать согласованные стратегии в конфигурации ведущего-ведомого во всей группе, но также легко обрабатывать неоднородность в пятислойной архитектуре внутри отдельных АНПА.

ВЫВОДЫ

1) Представлены типичное расположение и связи между АНПА и группами АНПА во время подводой миссии.

2) Представлено гибридное управление, сопоставленное с пятиуровневой (пятислойной) иерархической архитектурой управления

3) Полученная иерархическая архитектура управления заключается в разработке согласованных стратегий однородной группы АНПА и в модульной архитектуре, которая позволяет обрабатывать неоднородность.

Список использованных источников

[1] Efficient Use of AUVs in the Maritime Environment. G Slămnoiu, O Radu, V Roşca, C Pascu, G Surdu, E Curcă, R G Damian and A Rădulescu. International Conference on Innovative Research — ICIR EUROINVENT 2017. http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/209/1/012098/pdf

[2] **Блинцов С.В.** Совершенствование управления автономным необитаемым подводнім аппаратом как агентом группы морских роботов[Текст] / С.В.Блинцов, Л.Т. Алоба // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв НУК, 2016. – № 5(467). – С. 30-35

[6] **С. В. Блінцов, Тхи Доа н Фук.** Особливості групового керування автономними підводними апаратами при виконанні пошукових робіт. Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774 2013. Сс. 56-60.

[4] **Jörg Kalwa.** The GREX-Project: Coordination and control of cooperating heterogeneous unmanned systems in uncertain environments. OCEANS 2009 - EUROPE. 2009. DOI: 10.1109/OCEANSE.2009.5278179. Pp. 6. http://www.grex-project.eu

[7] **Xianbo Xiang, Guohua Xu, Qin Zhang, Zhihu Xiao and Xinhan Huang.** Coordinated Control for Multi-AUV Systems Based on Hybrid Automata. Proceedings of the © 2008 IEEE. International Conference on Robotics and Biomimetics. Pp. 2121-2126. https://ieeexplore.ieee.org/document/4522497/

УДК 621.313

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ СТЕПЕНИ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА МОЩНУЮ СЕТЬ

Новогрецкий Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент
Старушкин Артем Артурович, магистрант группы 6365м
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Рассмотрена статическая устойчивость работы на мощную сеть генератора одноосного возбуждения. Полагалось, что возбуждение регулируется по величине реактивного тока, отклонениям напряжения якоря и угла вылета ротора (углу между изображающими векторами ЭДС возбуждения и напряжения якоря). Из представленных в операторной форме линеаризованных уравнений неявнополюсного генератора без учета демпферных обмоток, переходных процессов в обмотке статора и активного сопротивления якоря получено характеристическое уравнение системы третьей степени:

$$p^3 + B_1\, p^2 + B_2\, p + B_3 = 0\,.$$

Коэффициенты характеристического уравнения являются функциями параметров генератора и установившегося режима, а также коэффициентов усиления по углу вылета ротора: $B_1 = f\,(k_{\Theta 2})$; $B_2 = f\,(k_{\Theta 1})$; $B_2 = f\,(k_{\Theta 0})$. Введение положительной обратной связи по отклонению угла вылета ротора ($k_{\Theta 0}$) и его первой ($k_{\Theta 1}$) и второй ($k_{\Theta 2}$) производным позволяет значительно влиять на коэффициенты характеристического уравнения, а значит, и на степень устойчивости. Однако коэффициенты сильно зависят от параметров исходного установившегося режима.

Для устойчивой системы степень устойчивости является наименьшим расстоянием от корней характеристического уравнения до мнимой оси и обратно пропорционально времени переходного процесса. В то же время запас устойчивости системы и ее склонность к колебаниям определяется колебательностью, т.е. отношением мнимой β и действительной α частей корней характеристического уравнения. В системах автоматического регулирования допускается затухание за один период не менее 90…98%. Для того, чтобы затухание за один период ξ было не менее 98%, необходимо обеспечить соотношение $\beta / \alpha < 1{,}57$. Таким образом, обеспечив необходимое соотношение корней характеристического уравнения, можно получить требуемые показатели качества регулирования. На основании теории, изложенной в [1], было выделено два метода.

Первый метод основан на корневом методе Т.Н. Соколова. Если задан необходимый уровень степени устойчивости η, то, для обеспечения затухания за один период $\xi = 98\%$, должно выполняться следующее соотношение для коэффициентов характеристического уравнения:

$$B_2 = \frac{\pi^2 + 12}{36} B_1^2; \quad B_3 = \frac{\pi^2 + 4}{108} B_1^3; \qquad B_1 = 3|\eta|\,.$$

Второй метод основан на обеспечении стандартных переходных процессов. Коэффициенты характеристического уравнения в этом случае представляются через среднегеометрический корень Ω_0:

$$B_1 = A_1 \Omega_0\,; B_2 = A_2\, \Omega_0^2; \qquad B_3 = \Omega_0^3\,.$$

В соответствии с [1], переходный процесс затухает оптимально быстро и с приемлемой колебательностью в случае, если безразмерные коэффициенты $A_1 = 2{,}05$ и $A_2 = 2{,}39$.

Оба метода позволяют получить значения коэффициентов усиления по отклонению и производным угла вылета ротора и обеспечить наилучшие динамические характеристики во всех режимах работы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Бесекерский В.А.** Теория систем автоматического регулирования [текст] / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов – М.: Наука, Глав. ред. физико-математической литературы, 1972. – 768 с.

УДК 621.313.322

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА СЕТЬ БЕСКОНЕЧНОЙ МОЩНОСТИ

Пальчиков Олег Олегович
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

При стоянке судна в порту иногда экономически целесообразно поставлять вырабатываемую синхронными генераторами электроэнергию в сеть. Данный случай является классической задачей динамики изменения генерируемой синхронным генератором активной мощности в электрическую сеть бесконечной мощности при неизменных напряжении и частоте в узле подключения генератора. Математические модели синхронного генератора и поршневого двигателя внутреннего сгорания на основе линеаризованных дифференциальных уравнений приведены в [1] и [2] соответственно.

Целью работы является исследование динамики набора нагрузки дизель-генераторным агрегатом с холостого хода и номинальной частоты вращения до номинального значения при работе на сеть бесконечной мощности.

В разработанную математическую модель входят следующие уравнения:

$$\frac{d\left(\frac{J_\Sigma \omega^2}{2}\right)}{dt} = N - P;$$

$$N = hN_n\left(0{,}87\frac{\omega}{\omega_n} + 1{,}13\frac{\omega^2}{\omega_n^2} - 1\frac{\omega^3}{\omega_n^3}\right);$$

$$P = P_S + P_{SP} + P_A + P_{MG};$$

$$P_S = \frac{P_n}{cos\varphi_n}\left(\frac{E_{d*}}{x_{d*}}\right)sin\delta;$$

$$P_{SP} = \frac{P_n}{2\cos\phi_n}\left(\frac{1}{x_{q*}} - \frac{1}{x_{d*}}\right)\sin(2\delta);$$

$$P_A = \frac{P_n}{cos\varphi_n}\left(\frac{x'_{d*} - x''_{d*}}{x'_{d*}x''_{d*}}T''_d\,sin^2\delta + \frac{x_{q*} - x''_{q*}}{x_{q*}x''_{q*}}T''_q cos^2\delta\right)\frac{d\delta}{dt};$$

$$\frac{d\delta}{dt} = \omega - \omega_n,$$

где J_Σ – суммарный момент инерции движущихся частей агрегата; ω и ω_n – текущая и номинальная угловые скорости вращения ротора генератора соответственно; N и N_n – текущая (определяется по эмпирической формуле [3]) и номинальная полезные мощности дизеля соответственно; P и P_n – текущая и номинальная мощности, передаваемые генератору соответственно, при допущении об отсутствии активных потерь мощности в обмотках генератора, равняются соответственным мощностям, генерируемым агрегатом в сеть; P_S – синхронная мощность генератора [4, 5]; P_{SP} – синхронная мощность явнополюсности [4, 5]; P_A – асинхронная мощность синхронного генератора [5]; P_{MG} – механические потери синхронного генератора; δ – угол между вектором электродвижущей силы (ЭДС) генератора за продольным синхронным реактивным сопротивлением и вектором напряжения электроэнергетической системы бесконечной мощности (угол нагрузки); h – относительное положение рейки топливного насоса дизеля; $\cos\varphi_n$ – номинальный коэффициент мощности нагрузки; E_{d*} – ЭДС обмотки статора генератора, наведенная продольным магнитным потоком, в относительных единицах; x_{d*}, x'_{d*} и x''_{d*}– синхронное, переходное и сверхпереходное индуктивные сопротивления обмотки статора по продольной оси в относительных единицах соответственно; x_{q*} и x''_{q*}– синхронное и сверхпереходное индуктивные сопротивления обмотки статора по поперечной оси в относительных единицах соответственно; T''_d – постоянная времени при короткозамкнутых обмотке возбуждения и статора; T''_q – постоянная времени демпферной обмотки по поперечной оси при короткозамкнутой обмотке статора.

Начальными условиями является то, что дизель покрывает механические потери синхронного генератора, работающего на холостом ходу и номинальной частоте вращения. В приведенной модели для придания устойчивости процессу набора активной мощности введена жесткая обратная связь по отклонению частоты вращения вала дизеля. Данная математическая модель не учитывает потери синхронного

генератора на активных сопротивлениях, а также насыщение магнитной цепи генератора. Электромагнитные процессы в обмотках синхронного генератора протекают быстрее, чем механические, следовательно, их можно исключить из рассмотрения. Принимается, что ЭДС обмотки статора за продольным синхронным реактивным сопротивлением при изменении режима генерации активной мощности поддерживается неизменной вследствие быстродействующего автоматического регулятора возбуждения. Тепловые процессы не учитываются вследствие несоизмеримо больших постоянных времени по сравнению с механическими процессами (например, постоянная времени нагрева дизеля составляет 100 с [2]).

Пример результата расчета динамики набора нагрузки дизель-генераторного агрегата марки GEP400-3 [6] со следующими параметрами: P_n = 280 кВт; cosφ_n = 0,8; δ_0 = 0; E_{d_*} = 4,5; x_{d_*} = 3,216; x_{q_*} = 1,398; x'_{d_*} = 0,185; x''_{d_*} = 0,13; x''_{q_*} = 0,109; T''_d = 0,0133 с; T''_q = 0,007 с; J_Σ = 45,6 кг·м^2; P_{MG} = 2,5 кВт; ω_n = 157,08 с$^{-1}$ на основе разработанной математической модели приведен на рисунке.

В качестве входного воздействия принимается ступенчатое изменение относительного положения рейки топливного насоса дизеля от положения обеспечивающего компенсацию механических потерь синхронного генератора до номинального значения h_n = 1. Возможное превышение уровня входного воздействия относительно максимального уровня вследствие действия обратной связи в математической модели устраняется блоком насыщения.

ВЫВОД. На основе предложенной модели время набора нагрузки синхронным генератором составило 8 с. Угол нагрузки δ составил 27,1°. Погрешность частоты вращения ротора генератора составила 0,06 %, что отвечает требованиям по отклонению частоты генераторов, работающих в крупной электроэнергетической системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексеев, О.П.** Автоматика электроэнергетических систем [Текст] / О.П. Алексеев, В.Е. Казанский, В.Л. Козис и др.; Под ред. В.Л. Козиса. – М.: Энергоиздат, 1981. – 480 с.
2. **Марков, В.А.** Анализ комплексной системы автоматического регулирования частоты вращения вала дизельного двигателя и температуры охлаждающей жидкости [Электронный ресурс] / В.А. Марков, С.Н. Девянин, Л.Л. Михальский. – *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 5. URL: http://engjournal.ru/catalog/machin/criogen/724.html.
3. **Ковылов, Ю.Л.** Теория рабочих процессов и моделирование процессов ДВС: учеб. [Текст] / Ю.Л. Ковылов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. – 416 с.
4. **Гольдберг, О.Д.** Проектирование электрических машин: Учебник для втузов [Текст] / О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко; под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Высш. шк., 1984. – 431 с.
5. Маркович, И.М. Режимы энергетических систем [Текст] / И.М. Маркович. – М.: Энергия, 1969. – 372 с.
6. Дизельная генераторная установка GEP 400-3 Olimpian (Caterpillar) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zeppelin.ua/upload/drives/olympian/gensets/GEP%20400-3_LRHF0038-00.pdf. – 2010, США.

УДК 621.313

БЕСЩЕТОЧНЫЙ СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Подымака Валерий Иванович, канд. техн. наук, доцент
Солдатов Сергей Викторович, магистрант группы 6365м
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Синхронные машины с одной обмоткой возбуждения на роторе широко применяются в судовой электроэнергетике. Однако области применения синхронных машин существенно расширяются в случае применения на роторе двух обмоток возбуждения, сдвинутых на некоторый угол [1]. Наибольшее распространение получила конструкция с расположением на роторе двух взаимно перпендикулярных обмоток возбуждения, что исключает эффект взаимоиндукции обмоток возбуждения. Регулирование возбуждение в поперечной оси по отклонению и первым двум производным угла вылета ротора является эффективным средством для устранения самовозбуждения и гашения малых колебаний ротора в области малых углов вылета ротора, под которым понимается угол между поперечной осью индуктора и изображающим вектором напряжения якоря. Генераторы с поперечной обмоткой возбуждения на роторе способны устойчиво работать при любых активных и реактивных нагрузках, ограничиваемых только условиями нагрева. В мощных береговых электроэнергетических системах применение продольно-поперечных синхронных машин в качестве компенсаторов и генераторов успешно решило задачу сохранения статической устойчивости в режимах глубокого потребления реактивной мощности. С другой стороны они

имеют более высокий уровень динамической устойчивости по сравнению с обычными турбогенераторами одноосного возбуждения за счет совместного форсированного изменения возбуждения в продольной и поперечной осях.

Все существующие системы возбуждения таких генераторов содержат щеточно-контактный механизм для питания обмоток возбуждения. С другой стороны, бесщеточные синхронные генераторы при прочих равных условиях имеют более высокую безотказность и больший срок службы. Кроме этого, важным преимуществом всех бесщеточных синхронных машин является то, что они могут работать во взрывоопасной, химически активной и пожароопасной средах, поэтому требования к условиям эксплуатации существенно упрощаются.

Известна конструкция бесщеточного синхронного генератора одноосного возбуждения, в котором обмотка возбуждения на роторе получает питание через вращающийся выпрямитель от обмотки якоря синхронного возбудителя, обмотка возбуждения которого располагается на статоре. Для независимого питания продольной и поперечной обмоток возбуждения, следуя данному принципу реализации бесщеточной системы, необходимо предусмотреть два независимых возбудителя на валу синхронного генератора, что существенно удлиняет бесщеточную конструкцию и усложняет ее реализацию. Предлагается совместить магнитные системы двух возбудителей, полюсность которых должна отличаться в два раза, что позволит исключить взаимное электромагнитное влияние данных систем и уменьшить массогабаритные показатели возбудителя. Питание обмоток возбуждения предлагается осуществлять через два неуправляемых вращающихся выпрямителя, а регулирование возбуждения в продольной и поперечной оси производить путем независимого регулирования возбуждения возбудителей таким образом, чтоб угол вылета ротора в установившемся режиме всегда был равен нулю. Последнее позволит значительно упростить реализацию автоматической системы возбуждения и добиться высоких динамических показателей за счет введения обратных связей в продольной оси по отклонению напряжения и реактивной составляющей тока якоря, а в поперечной – по отклонению и первым двум производным угла вылета ротора.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Осин И. Л.** Электрические машины: Синхронные машины: Учеб. пособие для вузов по спец. Электромеханика/ Под ред. И. П. Копылова. [Текст] / И. Л. Осин, Ю. Г. Шакарян. – М.: Высш. шк., 1990. – 304 с.

УДК 681.5

БЛОК ЖИВЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Савченко О.В., Білюк І.С., Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю., Ольшевський С.І.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Жорсткість статичних характеристик електромеханічних систем керування здебільшого залежить від стабільності блоку живлення. Саме тому задача вдосконалення пристрою, з метою підвищення якості його роботи та надійності є актуальною.

Метою проведення модернізації є покращення зовнішніх характеристик, підвищення їх жорсткості. Для забезпечення цієї мети ми виконали заміну двох електролітичних накопичувальних ємностей на більш надійні плівкові та стабілізували їх резисторами, також вони пригнічують високочастотні коливання. При цьому з’явилась можливість використовувати лише одну накопичувальну ємність, це значно знижує вартість виготовлення блоку живлення та підвищує його надійність.

Відомий блок живлення лабораторного стенду, що містить друковану плату, на якій розташовані мікросхема, схеми входу і виходу сигналів, які побудовані за допомогою діодних мостів і фільтрів з електролітними та плівковими ємностями, транзисторні ключі, та трансформатор живлення на тороїдальному магнітопроводі з робочою частотою 50кГц [1].

У роботі [2] запропоновано вдосконалену схему блока живлення лабораторного стенда, принципова схема якого представлена на рис.1.

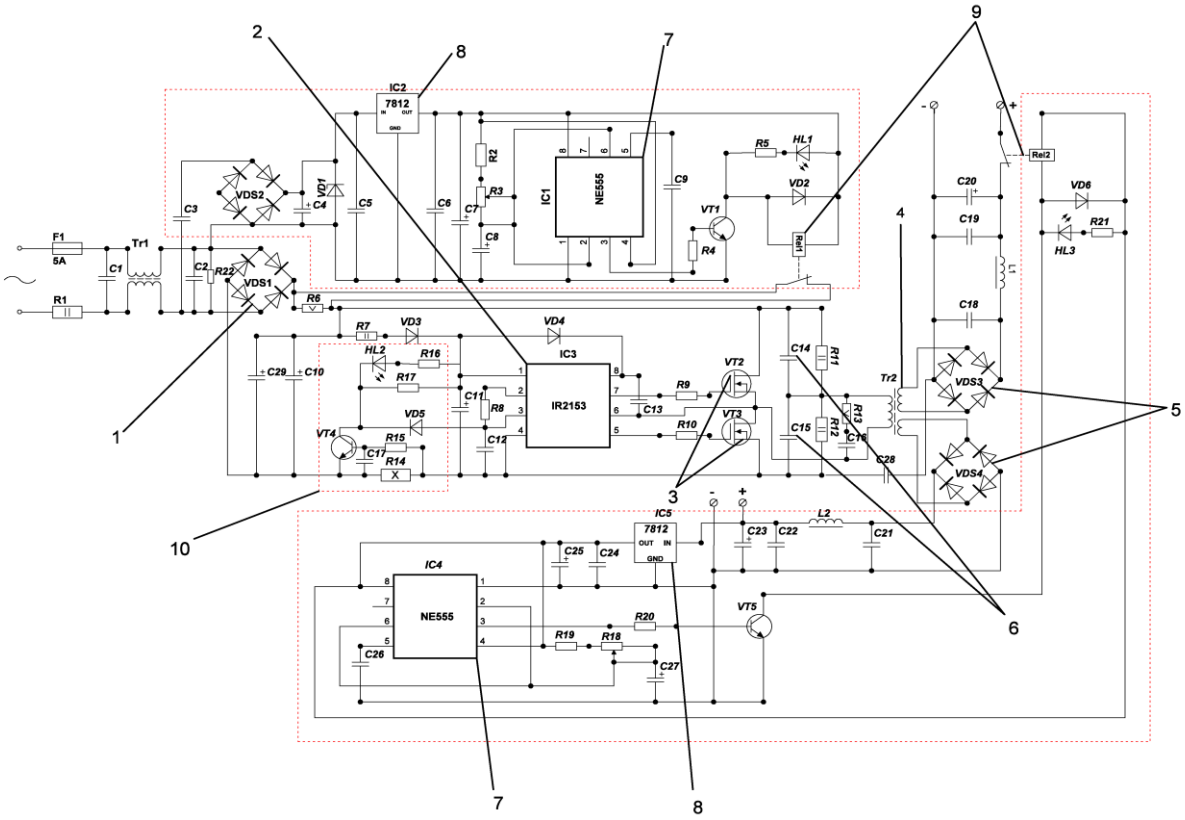


Рис. 1 - Вдосконалена схема блока живлення лабораторного стенда

На рис.1 позначено: вхідний діодний міст з фільтром – 1, мікросхема *IR2153* – 2,[3], транзисторні ключі – 3, феритовий трансформатор – 4, вихідні діодні мости з фільтром – 5, плівкові ємності – 6, таймери затримки – 7, лінійні стабілізатори напруги – 8, реле – 9 та блоку захисту по струму – 10.

В представленому лабораторному блоку живлення для елементів систем автоматики було додано захист від пускового струму та блок захисту від перевантаження по струму та від короткого замикання.

Для вирішення цієї задачі в лабораторному блоці живлення доданий блок реле з таймером, елементи *C3, VDS2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, VD1, VD2, HL1, IC1, IC2, VT1, Rel1, R2, R3, R4, R5, R6*. Він виконує функцію плавного пуску, котрий обмежує пусковий струм. При підключенні блоку живлення в мережу, струм обмежується резистором *R6*, через який заряджаються ємності *C10, C29*, і коли зарядка завершується і струм живлення знижується до номінального значення, проходить замикання контактів реле *Rel1* і вони шунтують резистор *R6*, тим самим запускаючи блок живлення на повну потужність. В схемі використаний блок захисту по струму, який зібраний на елементах *VT4, VD5, C17, HL2* та резисторів *R14 – R17*, датчиком струму служить резистор *R14*. У разі перевищення допустимого струму збільшується напруга на резисторі *R14* та через резистор *R15* відкриває транзистор *VT4*, при цьому через діод VD5 буде заземлений вивід 3 мікросхеми *IC3* і це приведе до зупинки роботи мікросхеми та закриттю вихідних транзисторів, при цьому загориться світлодіод *HL2*. На виході блоку живлення також встановлений таймер з реле, зібраний на елементах *IC4, IC5, C21 – C27, VT5, L2, R18 – 21*, *VD6* та *HL3*, який виконує функцію затримки навантаження, щоб запобігти стрибку напруги при запуску блоку живлення та входження його в номінальний режим роботи.

Висновки. Блок живлення, що пропонується, випробовувався у складі лабораторного стенда кафедри автоматики НУК, має стабільні статичні характеристики, які не спотворюються навантаженням та можуть бути застосовані не лише в лабораторних стендах з дослідження систем автоматики, а і у промислових роботах, верстатах з ЧПК та інших пристроях електромеханічних систем керування електроприводами.

Література

1. **Пат. №117658 Україна, МПК G05B 23/02 (2006.01)** Блок живлення лабораторного стенда / Савченко О.В., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М., Білюк І.С., Ольшевський С.І., Фоменко Л.А., Ярохін О.В., заявник та патентовласник Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова. – № u201605992, заявл. 02.06.2016; опубл. 10.07.2017, бюл. № 13.

2. **Пат. 126422. Україна. Блок живлення лабораторного стенда** / О. В. Савченко, І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, С. І. Ольшевський, Л. А. Фоменко, О. В. Майборода (Україна). – Заявл. 27.10.2017 ; опубл. 25.06.2018, Бюл. № 12.

3. Импульсный блок питания на IR2151-IR2153 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://radiostroi.ru/index.php/pitan776/57-impblokpitkomp.html/.

УДК 681.5

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КРОКОВИМИ ДВИГУНАМИ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Савченко О.В., Білюк І.С., Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю.,Ольшевський С.І.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

У сучасних електромеханічних системах широко використовуються крокові двигуни. Від системи керування залежить точність роботи промислового устаткування.

Метою даної роботи є розширення діапазону регулювання кроковими двигунами у порівнянні з базовим варіантом. Реалізувати режими роботи 1/2 , 1/4 та 1/8 кроку для більш точного керування двигуном. Зробити відображення роботи крокового двигуна на символьному дисплеї. Також реалізувати керування з ПЕОМ через інтерфейс RS-232 за допомогою USB порту.

Відома система керування кроковими двигунами, що містить друковану плату, на якій розташовані мікроконтролер, кнопки керування, сигнальні світлодиоди, система транзисторних підсилювачів, захисних диодів, та роз'ємів зовнішніх підключень [1].

Уроботі [2] запропоновано систему керування кроковими двигунами, що містить друковану плату, на якій розташовані мікроконтролер, контрольні кнопки, сигнальні світлодиоди, транзисторна збірка ULN2003, лінійний стабілізатор напруги L7805 та роз'ємів зовнішніх підключень. Для індикації режимів роботи крокового двигуна було додано символьний дисплей, з використанням інтерфейсу I2C, додано керування мікроконтролером з ПЕОМ через інтерфейс RS-232. Принципова схема системи керування представлена на рисунку 1.

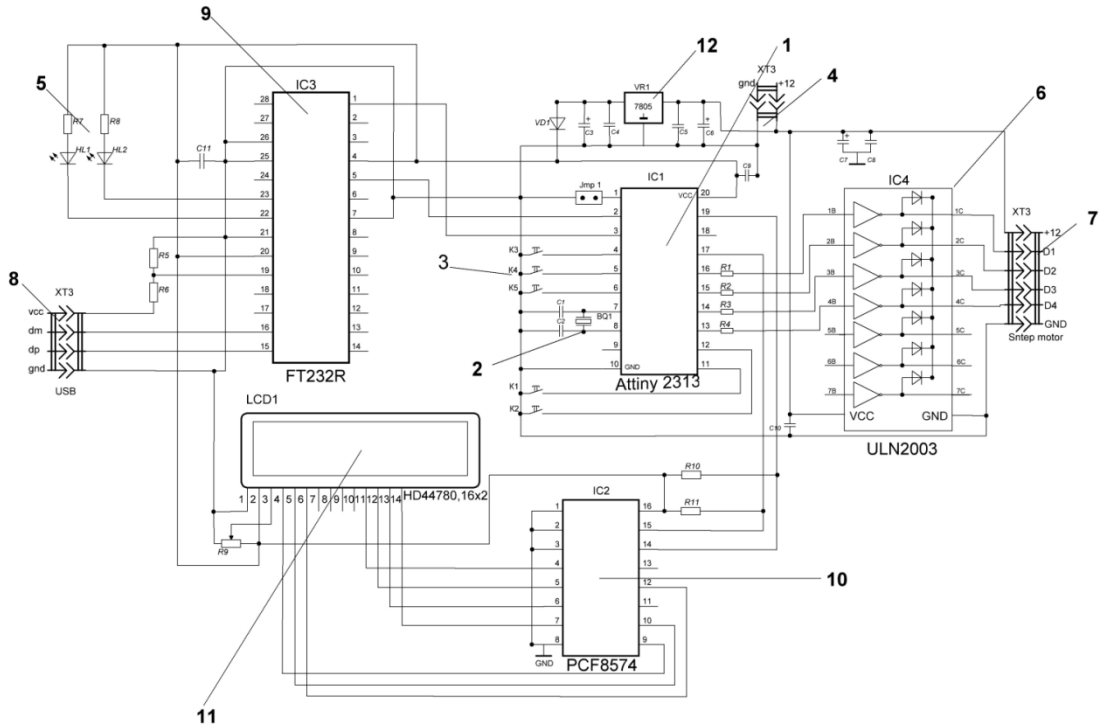


Рисунок 1 – принципова схема системи керування кроковими двигунами

На схемі зображений мікроконтролер ATTINI 2313 – 1 з кварцевим резонатором – 2, кнопки керування – 3, зовнішні роз'єм живлення – 4, контрольні світлодіоди – 5, транзисторної збірки uln2003 – 6, роз'єм підключення крокового двигуна – 7, роз'єм USB-B – 8, мікросхема послідовного порту FT232R – 9, мікросхема I2C інтерфейсу PCF8574 – 10, символьного дисплею HD44780, 16x2 – 11 та лінійного стабілізатора напруги L7805 –12.

Представлена на рисунку 1 система керування кроковими двигунами відрізняється тим, що для індикації режимів роботи крокового двигуна було додано символьний дисплей HD44780, який підключений через інтерфейс I2C за допомогою мікросхеми PCF8574. Додано керування мікроконтролером з ПЕОМ через інтерфейс RS-232 з використанням мікросхеми FT232R. Це дозволяє підвищити наочність системи керування, і дозволяє використовувати схему, що пропонується, у якості окремого модуля у складі модульної системи керування технологічного обладнання.

Висновки: Запропонована система керування випробовується у складі лабораторного стенда кафедри автоматики НУК. Також вона може бути використана у промислових роботах та інших електромеханічних пристроях.

Література

1. **Пат. № 114218 Система керування кроковими двигунами.** Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисну модель 10.03.2017., Бюл. № 5 Винахідники: Савченко О.В., Шарейко Д.Ю., Фоменко Л.А., Білюк І.С., Фоменко А.М., Ярохін О.В.
2. **Пат. 122376. Україна. Система керування кроковими двигунами** / О. В. Савченко, І. С. Білюк, А. М. Фоменко, Д. Ю. Шарейко, С. І. Ольшевський, Л. А Фоменко (Україна). – Заявл. 10.05.2017 ; опубл. 10.01.2018, Бюл. № 1.

УДК 681.5

НЕЧІТКЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ КАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Білюк Іван Сергійович, Шарейко Дмитро Юрійович, Фоменко Андрій Миколайович, Савченко Олег Валерійович, Різник Володимир Олексійович.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Системи телевізійного спостереження призначені для забезпечення безпеки на об'єкті, що охороняється. Вони дозволяють одному або декільком спостерігачам одночасно стежити за одним або багатьма об'єктами, що знаходяться деколи на значній відстані як один від одного, так і від місця спостереження. В даний час системи телевізійного спостереження не є екзотикою. Вартість найпростіших систем дозволяє їх використовувати як, наприклад, дверне око. Загальна структура системи зображена на рис. 1.

Система складається з наступних модулів: блоку датчиків, блоку формування і розпізнавання образів, блоку пам'яті історії керування, блоку формування правил керування, блоку оцінки стану об'єкта керування, бази знань нечітких правил керування, блоку прийняття рішень і виконуючого органа, а також навколишнього середовища. Тут під середовищем у широкому змісті розуміється все зовнішнє середовище, на яку може робити вплив виконуючий орган і параметри якої може реєструвати блок датчиків, включаючи сам об'єкт керування. Під середовищем у вузькому змісті розуміється зовнішнє середовище без ОК. Під базою знань системи надалі мається на увазі сукупність пам'яті історії керування і набору нечітких правил керування. Останній також можна назвати базою знань правил керування.

Блок датчиків через рівні інтервали часу (на кожнім такті роботи керуючої системи) вимірює параметри зовнішнього середовища. Вони у виді значень фізичних перемінних x1(t), x2(t),…… $x_n(t)$ надходять на вхід блоку формування і розпізнавання образів.

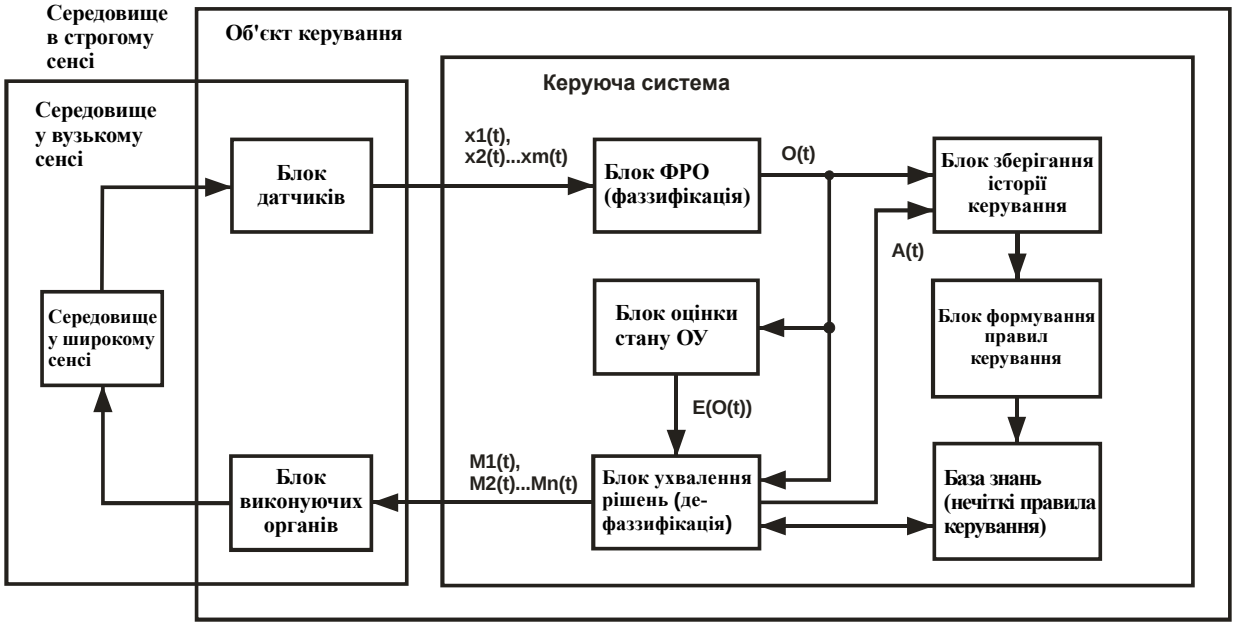


Рисунок 1 Загальна структура системи автономного адаптивного керування з використанням нечіткої логіки.

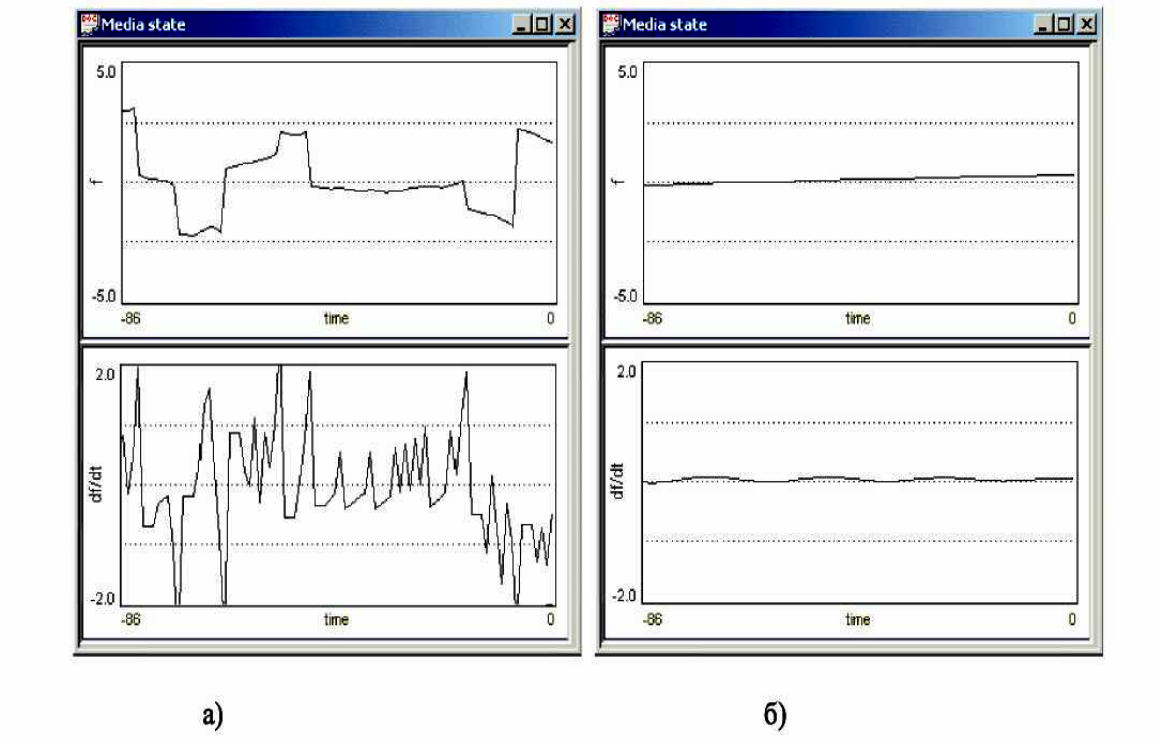
Блок ФРО робить зіставлення вхідних фізичних перемінних x1(t), x2(t),…x_n(t), нечітким безлічам відповідних нечітких перемінних (фазифікація) -обчислення для кожної нечіткої перемінної значення характеристичної функції приналежності.

Далі відбувається формування образа поточного стану об'єкта керування відповідно до поточного рівнем деталізації L_{ti} кожної i-ої вхідний лінгвістичної перемінної. Споконвічно кожна вхідна фізична перемінна зіставляється, наприклад, тільки с трьома вхідними нечіткими перемінними: L_{ti} = 3. При нагромадженні визначеної кількості знань для підвищення якості керування часто виникає необхідність у більш точному вимірі якого-небудь вхідного параметра. Тоді діапазон значень відповідної вхідний фізичної перемінної розбивається на більше число інтервалів, наприклад, на L_{ti}+2, і система починає оперувати вже 5-ю нечіткими перемінними замість 3-х і т.д..

Потім сформований нечіткий образ надходить на вхід блоку оцінки стану об'єкта керування, що обчислює для цього образа оцінку

Блок збереження історії керування зберігає кінцеву послідовність образів станів об'єкта і керуючих впливів. Причому для дотримання умови дискретності пам'ять історії керування може зберігати інформацію, отриману тільки на останніх N_p тактах керування, а всі зведення про стан об'єкта на тактах керування, що відстоять від поточного моменту часу більш ніж на N_p тактів - втрачаються ("забуваються"). Величина N_p впливає на якість формованих правил керування і задається апріорно, виходячи з передбачуваного періоду повторення характерних для системи закономірностей у вхідних і вихідних даних. Узагальнена інформація про більш ранні події в історії керування може зберегтися в базі знань нечітких правил керування, якщо вона ще не втратила своєї актуальності.

На рис. 2 зображені графіки залежностей кутового відхилення і кутової швидкості відеокамери від часу на початковому етапі керування з використанням нечіткої логіки (б) і без неї (а). Така перевага була досягнута за рахунок внесення в систему апріорних знань.



а) б)

Рисунок 2 Порівняння якості керування на початковому етапі роботи адаптивної системи керування з використанням нечіткої логіки (б) і без її (а).

Крім скорочення часу навчання на початковому етапі, побудова системи автономного адаптивного керування на нечітких принципах дозволило приблизно в 4 рази скоротити обсяг бази знань при збереженні високої якості керування (5*5 образів проти 11*11 образів в еталонній версії системи).

При іспиті програмної моделі було також визначено, що оптимальною для системи є лінійна (трикутна) функція приналежності вхідних фізичних перемінних нечітким безлічам, до того ж, вона найбільш проста для обчислення, а також те, що оптимальний варіант об'єднання вихідних результатів правил, що спрацювали - за середнім значенням.

Література

1. **Суботін С О.** Програмування та вирішення оптимізаційних задач у пакеті matlab. Міністерство освіти і науки України.Запорізький національний технічний університет. -2004р. -50с.

2. **Бабокин Г.И.** Основы функционирования систем сервиса. В 2 ч. Часть 2: учебник для академического бакалаврта/ Г.И. Бабокин, А.А. Подколзин, Е.Б. Колесников. – 2 изд., перераб. и доп. М: Издательство Юрайт. -2018. -407 с.

УДК 629

АНАЛІЗ НЕДОЛІКІВ КЕРУВАННЯ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

Шевченко Михайло Валерійович
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

На даному етапі розвитку систем управління СЕЕС вже недостатньо простого управління елементами в автоматичному режимі і елементарного контролю за основними параметрами. Вже більш ніж необхідна така система, що дозволить в достатньому обсязі виконувати як автоматизоване управління більш високого порядку – так і «інтелектуальне». Саме така система дозволить як збільшити ряд параметрів СЕЕС таких як економічність, надійність і вплив на навколишнє середовище, шляхом використання більш оптимальних алгоритмів і режимів роботи як окремих елементів, так і всієї системи в цілому. Для забезпечення цього система повинна складатися з повністю інтегрованих в неї елементів з належною мірою комутації між собою.

Відповідно структура системи управління повинна забезпечувати як роботу в загальному инфополе , так і повністю автономну роботу.

На даний час оснащення машинного відділення більшості торгівельних суден, збудоване таким чином, щоби відповідати, як вимогам Морського Реєстру, так і економічним вимогам судновласників. Також вони базуються на технологіях 20-30 давнини та мають дуже малий процент проникнення сучасний технологій [1]. Завдяки цьому цього системи керування машинним відділенням, що використовуються на таких суднах, мають такий перелік проблем:

1. Велика інерційність і малий порядок автоматизації систем управління, внаслідок застарілої моделі;
2. Наявність наростаючого погіршення сигналів в системах управління і кількості в ньому помилок, внаслідок фізичної деградації ліній зв'язку;
3. Складність модернізації та ремонту, внаслідок складності при прокладці або заміні ліній зв'язку або при монтажу принципово нових типів обладнання.

Першій недолік виникає внаслідок використання ієрархічних моделей керування основаних на основних вертикальних зв’язках. Це означає, що використання центрального пульту для моніторингу та керування призводить до зростання затримок і значень перегулювання перехідних процесів для обладнання машинного відділення, що збільшує інерційність системи в цілому. Також відсутність розширених горизонтальних зав’язків ускладнює використання автоматизованих систем вищого порядку.

Другий недолік виникає внаслідок використання кабелів, як носіїв аналогового та цифрового сигналів. Справа в тому, що для нормального зв’язку між робочими та керуючими елементами машинного відділення і центрального посту керування на сучасних судах, потрібно прокласти цілі кілометри кабелю (рис 1).



Рисунок 1 – Приклад прокладення кабель-траси

Скупчення багатьох ліній поряд і як внаслідок електромагнітний шум, надмірна довжина, фізична деградація матеріалів кабелю – все це призводить до погіршення якості сигналу.

Третій недолік – це сукупний вплив двох попередніх. Саме застаріла форма системи керування та необхідність прокладки великих скупчень кабель-трас призводить до складності ремонту або модернізацій обладнання машинного відділення.

Для створення системи управління нового типу потрібно розглядати машинне відділення судна як складну систему взаємодій, але дій, які не тільки визначені і розбиті по типам і видам впливу, але також мають циклічний характер. Адже вчасно як штатних, а також аварійному, система буде здійснювати заздалегідь певні регулювальні дії для збереження заданих параметрів поточного режиму [2]. Кожен механізм або субсистема одночасно і збурює фактор, і об'єкт регулювання. Але якщо врахувати, що якщо раніше система отримувала коригувальну змінну тільки після зміни контрольної величини, то тепер кожен окремий модуль може отримувати як самі первинні дані, так і їх інтерпретацію і заздалегідь коригувати регулювальний вплив, прогнозуючи зміну змінних системи. Тим самим зменшуючи час стабілізації і величини перегулювання, що позитивно позначиться на стійкості.

Для забезпечення адекватної роботи системи відповідно до заявленої моделі, вона повинна складатися з максимально інтегрованих в неї елементів. А вони, в свою чергу, повинні в певній мірі здійснювати обмін даних між собою, маючі широку взаємодію. Але суднові умови накладають особливі умови на роботу моделі, так як система повинна мати максимально відмовостійкість, то система управління повинні забезпечувати і автономну роботу елементів в разі аварії або виходу з ладу частини системи.

Первинний вигляд такої моделі являє собою систему вільних зв'язків з розширеною функціональністю елементів на виконавчому (операційному) рівні (горизонтальні зв'язки посилені, за рахунок делегування ряду функцій з більш високого ієрархічного рівня управління на нижні рівні) [3].

У такій системі будуть два основних елементи: юніт і оператор. Юніт - це модуль управління обладнанням і / або електричними машинами, як одиночними, так і об'єднаними в групи. Він має вбудовану / запрограмовану «карту» всієї системи для того, щоб безпосередньо комутувати з іншими юнітами і операторами, але пріоритетність юніта визначається критичністю роботи обладнання для роботи всієї керованої системи. Основне завдання юніта - це управління підключеним обладнанням найбільш оптимальним і безпечним способом. Оператор - це модуль контролю, моніторингу та управління всіма юнітами системи. Він також має вбудовану «карту» системи, але має вищий пріоритет, ніж будь-який з юнітів. Основне завдання оператора збір і обробка даних, а також можливість як автоматичного, так і ручного (оператором-людиною) управління всією системою і зміна її властивостей і елементів.

Юніт являє собою двох вирівняний елемент. Перший рівень - це спеціалізований блок управління, уніфікований таким чином, щоб охоплювати основні типи обладнання або пристроїв, тобто володіти універсальністю, що полегшить як розробку, монтаж і експлуатацію. Другий же рівень - це центр обробки, контролю і моніторингу, а також прийому-передачі даних. Є багатотиповим пристроєм (модулем) з можливими деякими поліпшеннями або спрощенням властивостей і якостей для більш оптимального побудови системи. Саме в таких межах і міститься повна «карта» системи, що дозволить юніту як найбільш кращим способом взаємодіяти з іншими юнітами і оператором, так і залишатися в онлайн в разі пошкодження частини комутуючих пристроїв, шляхом переадресації даних.

За другим пунктом вирішено замінити спосіб зв'язку по радіоканалу стандарту IEEE 802.11[4].

Використання стандарту IEEE 802.11 для передачі даних від «юнітів» до «юнітів» (горизонтальна розширена зв'язок) або від «юніта» до «оператору» (вертикальна розширена зв'язок) дозволить не тільки уникнути кількісного збільшення фізичних ліній зв'язку, але і дозволить на порядок підвищити сама якість зв'язку, так як використання фізичних провідників сигналу в складних умовах (великий діапазон температур, вібрація та ін.) призводить до їх деградації і, як наслідок, погіршення властивостей передачі сигналу, що може привести до невиправдано велику помилку переданого сигналу.

Навпаки, же стандарт IEEE 802.11 дозволяє не тільки передавати великі масиви даних, а й контролювати рівень помилки, що дозволить уникнути надмірного накопичення неправильних даних і відповідно, прийняття неправильних рішень, заснованих на цих даних. Також використання WiFi дозволить спростити модернізацію суднового устаткування (заміну або установку нового / іншого типу) так як не доведеться проводити інші / нові лінії зв'язку.

Висновок

Були визначені основні недоліки систем керування СЕЕС та визначені основні шляхи їх подолання.

Перелік посилань

1. **Локарев В.И.** Суднові автоматизовані електроприводи Навчальний посібник. - Миколаїв: УГМТУ, 2002. — 160 с.
2. Автоматизація процесів моніторингу параметрів та керування автономними електроенергетичними системами з дизель-генераторними агрегатами [Текст] : монографія / В. М. Рябенький, О. І. Дорогань, О. О. Ушкаренко ; Нац. ун-т кораблебудування ім. адмірала Макарова. - Миколаїв : НУК, 2017. - 239 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 227-239. - 300 экз. - ISBN 978-966-321-328-6
3. Оптимізація систем керування автономними електроенергетичними установками з газодизель-генераторними агрегатами [Текст] : [монографія] / В. М. Рябенький [та ін.] ; Нац. акад. наук України, Ін-т електродинаміки, Нац. ун-т кораблебудування ім. адмірала Макарова. - Київ : Ін-т електродинаміки НАНУ, 2013. - 225 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 214-225. - 300 экз. - ISBN 978-966-02-6918-7
4. Бездротові мережі Wi-Fi/ Пролетарський А.В., Баскаков І.В., Чирков Д.Н., Федотов Р.А., Бобков А.В., Платонов В.А. - М .: Національний Відкритий Університет "ІНТУЇТ", 2016 (Основи інформаційних технологій)

УДК: 629

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА З РАДІОБУЄМ

Сірівчук Андрій Сергійович
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Використання математичної моделі дозволяє досліджувати роботу підводного апарата в особливих умовах, які складно відтворити в реальних умовах, в тому числі відмови устаткування, системи електроживлення, зовнішні збурення, перешкоди. Іншою перевагою моделювання є можливість одночасного використання симулятора декількома членами команди, що неможливо при роботі з реальним прототипом, який, як правило, виконується в одиничному екземплярі.

Математична модель (ММ) автономного підводного апарата з радіобуєм (АПА-РБ) складається з двох рухомих об'єктів, з'єднаних гнучкою лінією (рис 1) [1]. АПА та РБ підпорядковуються механіці руху твердого тіла в просторі, виходячи з рівнодіючої сили що впливає на кожен з них. Рух АПА та РБ розраховуються окремо, таким чином забезпечується можливість зміни взаємного розташування.

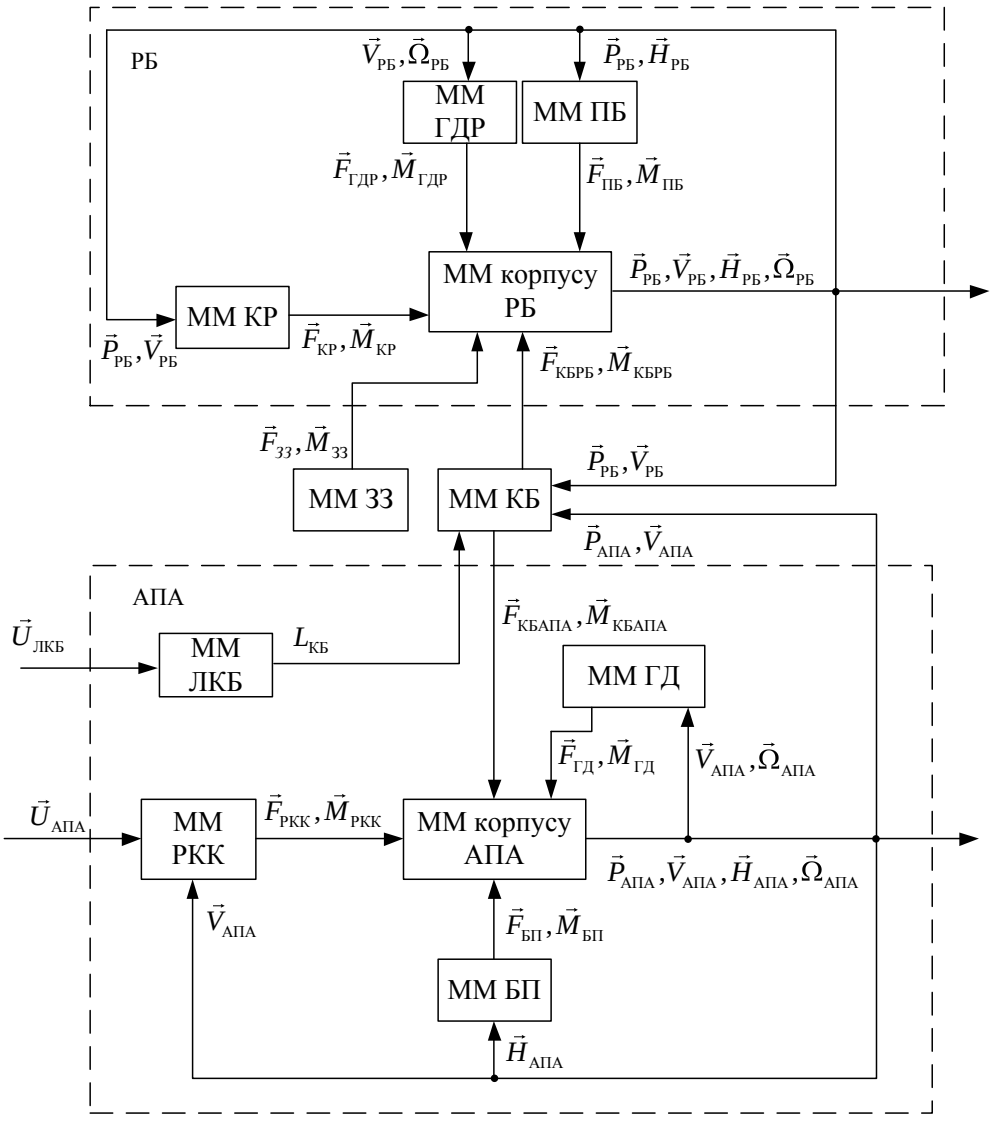


Рисунок 1 – Структура математичної моделі

Задачею ММ АПА є розрахунок сил які діють на корпус АПА та його кінематичних параметрів. На корпус АПА, що знаходиться під водою, діють наступні сили та моменти [2, 3]:

– гідродинамічні (ГД) – виникають під час руху апарата в товщі води, $\vec{F}_{ГД},\vec{M}_{ГД}$;

– ваги та блоку плавучості (БП) – включають силу тяжіння та підйомну силу витисненої корпусом води, $\vec{F}_{\text{БП}}, \vec{M}_{\text{БП}}$;

– сили керування рушійно-кермовим комплексом (РКК) – виникають підчас роботи рушійних пристроїв АПА, $\vec{F}_{\text{РКК}}, \vec{M}_{\text{РКК}}$;

– сили обумовлені дією кабель-буксиру (КБ), $\vec{F}_{\text{КБАПА}}, \vec{M}_{\text{КБАПА}}$.

Для радіобую характерні такі ж сили окрім сили дії РРК, натомість виникають сили дії крил які встановлені на РБ для стабілізації його руху.

Сили керування РКК безпосередньо залежить від конструкції та взаємного розташування рушіїв АПА. Найбільш розповсюдженою є трьохгвинтова структура РКК (рис. 2) [4], що складається з двох маршових рушіїв (правого (МП) та лівого (МЛ)) та одного вертикального (ВР), напрям сили якого направлений через центр мас АПА.

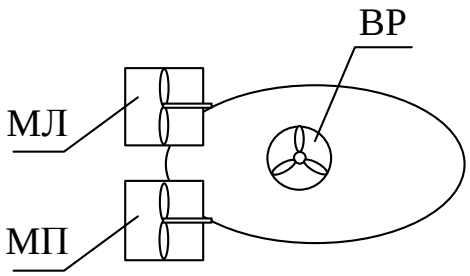


Рисунок 2 – Схема розташування рушіїв АПА

Корпус АПА та РБ розглядається відповідно до законів механіки твердого тіла в тривимірному просторі з шістьма ступенями свободи. Три ступені свободи характеризують лінійні переміщення центра мас, інші три – обертання твердого тіла відносно центра мас. Кожному ступеню свободи відповідає одна швидкісна координата, у ролі якої виступає проекція вектора лінійної або кутової швидкості на відповідну вісь зв‘язаної СК.

Висновок

Розроблена структура математичної моделі руху автономного підводного апарата дозволяє створити ефективний симулятор руху для підводного апарата нового типу. Було визначено основні сили, які діють на корпус апарата та радіобуй та взаємозв’язок між ними.

Перелік посилань

1. **Блинцов В.С., Магула В.Э.** Проектирование самоходных привязных подводных систем. – К.: Наукова думка, 1997. – 140 с.

2. **Блінцов, О. В.** Автоматизація керування одноланковими прив‘язними підводними системами. Навчальний посібник [Текст] / О. В. Блінцов, В. А. Надточій // – Миколаїв: Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, 2014 .–124с.

3. **Лукомский, Ю. А.** Навигация и управление движением судов. Учебник [Текст] / Ю. А. Лукомский, В. Г. Пешехонов, Д. А. Скороходов // – СПб.: «Элмор», 2002. – 360 с.

4. **Блінцов, О. В** Автоматичне керування підводними комплексами з гнучкими зв‘язками: наукова монографія [Текст] /О. В. Блінцов// – Миколаїв: Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, 2017 .– 356 с.

УДК 629

НАТУРНІ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОРУШІЙНОГО КОМПЛЕКСУ МАКЕТУ ВАНТАЖНОГО САМОХІДНОГО ПІДВОДНОГО НОСІЯ

Войтасик Андрій Миколайович, викладач кафедри ЕІС та РК
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна,

Вантажний самохідний підводний носій (ВСПН) призначений для транспортування з судно-носія корисних вантажів (КВ) сумірних з масою і габаритами самого підводного носія здатний вирішувати дві основні технологічні задачі [1]:

1) транспортування та установку КВ на позицію (дно моря), спливання на поверхню моря після установки КВ;

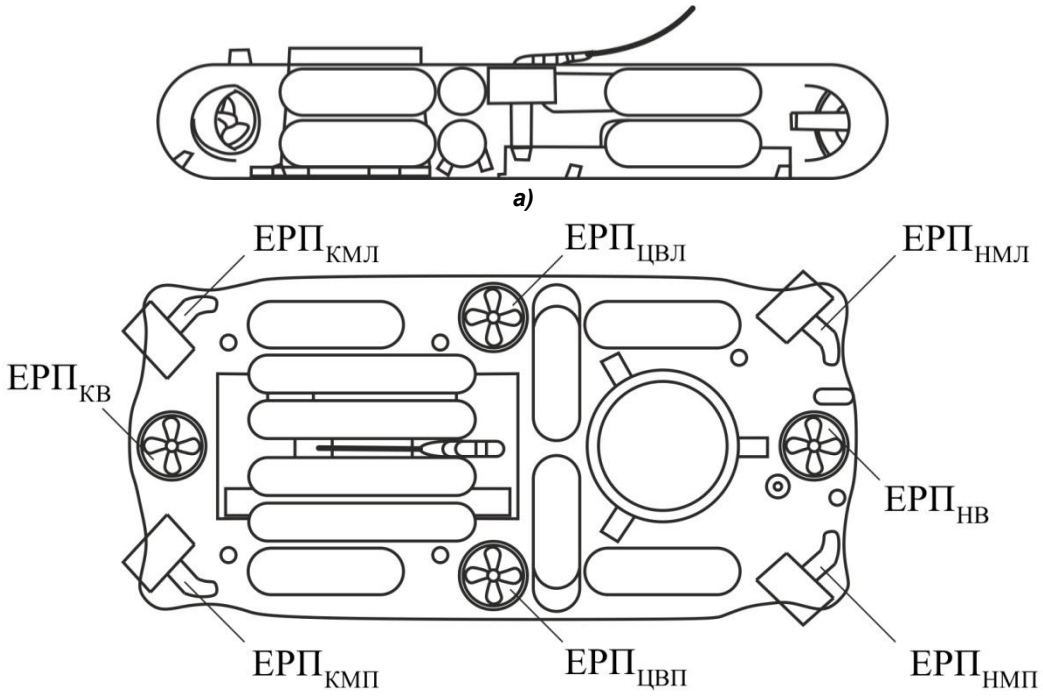
2) самостійне занурення, визначення точки знаходження КВ на дні моря, автоматичний захват та підйом КВ на поверхню моря.

Метою натурних випробувань було вимірювання сил упорів та швидкостей руху електрорушійного комплексу (ЕРК) макету ВСПН для трьох режимів руху: швартовного, прямолінійного, обертового.

Просторовий рух ВСПН здійснюється за допомогою ЕРК. ЕРК складається з електрорушійних пристроїв (ЕРП) маршового та вертикального руху. Кожний ЕРП містить гребний гвинт, який через валопровід приводиться до руху електродвигуном (ЕД) підводного виконання. Внутрішній простір ЕД для захисту від дії зовнішнього середовища заповнюється рідким діелектриком.

В якості ЕРП на ВСПН, розміщуються 8 трьохфазних асинхронних ЕД підводного виконання змінного струму з короткозамкненим ротором необхідних для маневрування в горизонтальній та вертикальній площині [2]. Керування ЕРК виконується за допомогою частотних регуляторів.

Розташування ЕРП на ВСПН зображено на рис. 1.



а)

б)

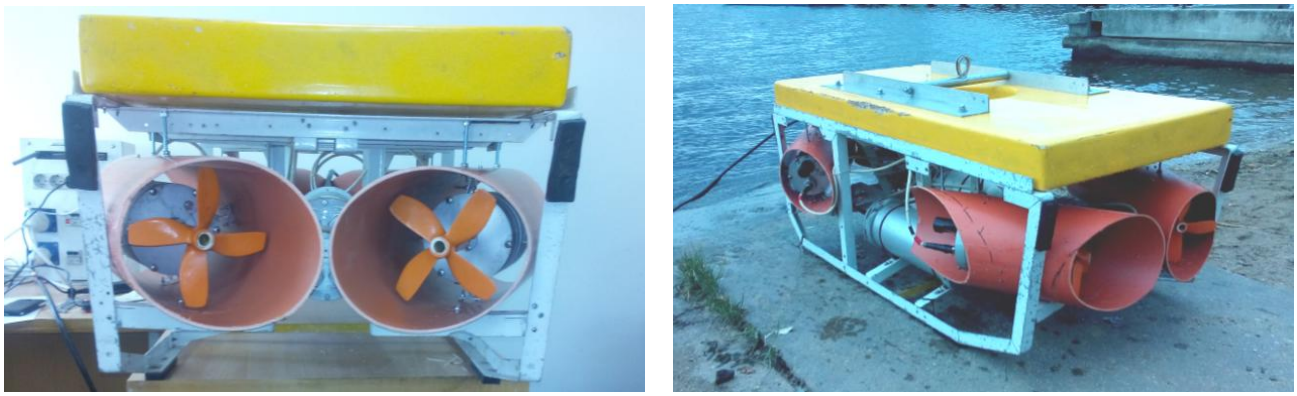
а) – вид збоку, ***б)*** – вид зверху

Рис. 1. Розташування ЕРП на ВСПН

На рис. 1 введено наступні позначення:

– $ЕРП_{КВ}$ – електрорушійний пристрій вертикального руху кормовий,
– $ЕРП_{ЦВЛ}$ – електрорушійний пристрій вертикального руху центральний лівий,
– $ЕРП_{ЦВП}$ – електрорушійний пристрій вертикального руху центральний правий,
– $ЕРП_{НВ}$ – електрорушійний пристрій вертикального руху носовий,
– $ЕРП_{КМЛ}$ – електрорушійний пристрій маршового руху кормовий лівий,
– $ЕРП_{КМП}$ – електрорушійний пристрій маршового руху кормовий правий,
– $ЕРП_{НМЛ}$ – електрорушійний пристрій маршового руху носовий лівий,
– $ЕРП_{НМП}$ – електрорушійний пристрій маршового руху носовий правий.

В рамках проведення експериментів було побудовано ЕРК макету ВСПН з застосуванням таких же чотирьох ЕРП, що встановлюються на ВСПН. Зовнішній вигляд ЕРК макету ВСПН представлено на рис. 2.



а) ***б)***

а) – в лабораторії; ***б)*** – під час натурних випробувань

Рис. 2. Зовнішній вигляд ЕРК макету ВСПН

Для проведення натурних випробувань було вибрано акваторію із глибиною 1,5-1,7 метра. Місце проведення – річка Південний Буг, територія яхт-клубу м. Миколаєва.

Виконавши на березі технічну перевірку працездатності ЕРК та впевнившись в герметичності міцних корпусів макету ВСПН відпрацьовано три базові режими руху на поверхні води: швартовного, прямолінійного, обертового. Канатами було відзначено мірну дистанцію з базою у 20 метрів. Вісь дистанції розбито на інтервали по 5 метрів. Виконуючи керування макетом ВСПН зафіксовано час проходження міток. Дистанція проходиться повторно шість разів зі змінною частот керування 20, 35 та 50 Гц (88, 154, 220 В). Під час проходження дистанції відхилення від осі не перевищувало 0,5 метра.

Для отримання сил упорів ЕРК макету ВСПН застосовано цифровий вимірювач. Один кінець вимірювача фіксується міцно на нерухомій платформі, що знаходиться на березі, а інший канатом довжиною у 20 м фіксується на рамі макету ВСПН. В залежності від досліджуваного режиму руху ЕРК макету ВПСН канат фіксується відносно носової / кормової / бокової частини рами. Також передбачено наявність страхувального канату з метою підвищення безпеки проведення випробувань. Виконуючи керування макетом ВСПН вимірювачем зафіксовано сили упору ЕРК. Випробування повторюються шість разів для частот керування 20, 35 та 50 Гц (88, 154, 220 В).

Швидкість руху ЕРК макету ВСПН обчислюємо за такими формулами [3]:

$$V_i = S_i / t_i;$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{\sum V_i}{n};$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum V_i - V_{\text{ср}}^{\,2}}{(n-1)}};$$

$$V = V_{\text{ср}} \pm k\delta,$$

де V_i – швидкість руху макету ВСПН при i-тому замірі, м/с;
S_i – пройдена відстань, м;
t_i – час проходження відстані, с;
$V_{ср}$ – середня швидкість проходження відстані м/с;
δ – середньоквадратичне відхилення;
n – число замірів;
k – імовірнісний коефіцієнт Ст'юдента;
V – виміряне значення швидкості руху макету ВСПН.

Основні результати проведених натурних випробувань ЕРК макету ВСПН наведені у вигляді табл. 1.

Табл. 1. Основні результати проведення натурних випробувань ЕРК макету ВСПН

Назва параметру	Режим руху								
	Швартовний			Прямолінійний			Обертовий		
Керуючий сигнал u_x, В	88	154	220	88	154	220	88	154	220
Сумарний упор, Н	1,35 ± 0,1	2,37 ± 0,1	4,04 ± 0,08	14 ± 0,31	45,9 ± 0,82	70,3 ± 1,31	–	–	–
Швидкість, м/с	0,16 ± 0,01	0,20 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,37 ± 0,02	0,24 ± 0,02	0,31 ± 0,01	0,38 ± 0,02

Результати натурних випробувань ЕРК макету ВСПН були отримані з урахуванням хвилювання водної поверхні 1 бал та швидкості вітру 1,38 м/с.

Висновки. Виміряні значення сил упорів та швидкостей руху електрорушійного комплексу макету вантажного самохідного підводного носія для трьох режимів руху: швартовного, прямолінійного, обертового. Отримані результати планується використати для верифікації математичної моделі вантажного самохідного підводного носія.

Література.

1. **Блінцов В.С.** Підводна роботизована технологія установки корисного вантажу на морське дно [Текст] / В.С. Блінцов, А.М. Войтасик // Міжнародний науково-виробничий журнал «Підводні технології. Промислова та цивільна інженерія». – К.: КНУБА №4, 2016. – С. 50 – 59.

2. **Войтасик, А.М.** Математична модель руху самохідного прив'язного підводного апарата-робота транспортного типу [Текст] / А.М. Войтасик // Підводна техніка і технології: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2017. – Ч.1 – С. 46-49.

3. **Блінцов, О.В.** Автоматичне керування підводними комплексами з гнучкими зв'язками: наукова монографія [Текст] / О.В. Блінцов //. – Миколаїв: Національний університет імені адмірала Макарова, 2017. – 356 с. (Для службового користування)

УДК 629.584

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ СУДНОВИХ ЛІФТОВИХ ПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ

Волянська Я. Б. доцент, к.т.н., Підлубний Д. О., аспірант, Андреєв О. О. магістр, Бондаренко П. С., магістр, Нарінян Р. О., магістр

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Розробка і виробництво нових енергоефективних ліфтових підйомних механізмів з поліпшеними енергетичними і динамічними показниками є економічною та технічною проблемою державного рівня, а робота, яка спрямована на вирішення цієї проблеми, – є актуальною, становить науковий інтерес і має практичне значення для економіки.

Сучасним напрямком розвитку ліфтових електроприводів (ЕП) є перехід від редукторних конструкцій до безредукторних, а також застосування регульованих систем управління. У цьому напрямку на сьогоднішній день працює переважна більшість дослідників [1, 2]. Але, в той же час, відомо, що при синтезі і застосуванні нових типів безредукторних лебідок виникають і проблеми, які не завжди афішуються розробниками і виробниками. Одна з головних і принципових проблем полягає в необхідності мати відповідні вимогам приводні двигуни лебідок [2]. Науковий аналіз ряду сучасних розробок показав, що у багатьох ліфтових електроприводів нових типів з задовільними динамічними і масогабаритними показниками наявний факт збільшення енергоспоживання [1, 4].

Широке варіювання зниженими швидкостями приводних електродвигунів призводить до значного погіршення енергоефективності ЕП, особливо в діапазоні швидкостей переміщення кабіни 1–1,6 м/с. Використання серійних швидкохідних двигунів в нижньому діапазоні швидкості призводить до значного зниження енергетичних показників, яке, по суті, дискредитує ідею використання безредукторних ліфтових лебідок [5]. Другим шляхом, який описано в [6], є застосування тихохідних приводних двигунів, однак серійних тихохідних ліфтових двигунів, які б повністю задовольняли вимогам, фактично не існує, а питання розробки двигунів та впровадження, на сьогоднішній день, є актуальними.

В той же час, розробниками широко застосовуються технічні рішення, які позиціонуються як інноваційні та значно полегшують вимоги до мінімальної швидкості двигунів, однак більшість з них можна визнати незадовільними, серед них:

– збільшення кратності поліспаста призводить до збільшення кількості відвідних блоків. Це зменшує надійність і ускладнює монтаж ліфта, збільшує знос канатів, зменшує коефіцієнт корисної дії канатної передачі. Обмежується висота підйому кабіни, збільшується навантаження на напрямні, викликаючи зношення напрямні та збільшення механічних втрат;

– відмова від противаг призводить до значного збільшення встановленої потужності двигуна лебідки, навіть у порівнянні з потужністю традиційного двохшвидкісного асинхронного двигуна, для тих же умов і режимів роботи [1];

– збільшення довжини канатної передачі, при постійному перерізі, призводить до великих проявів гнучкості канатів, що проявляється у підвищених пружних коливаннях підйомного механізму і зменшення точності позиціонування кабіни.

Таким чином, не вирішеною є задача – розробка сучасного безредукторного ліфтового тихохідного електроприводу з обмеженням використання технічних рішень, що полегшують вимоги до номінальних швидкостей двигуна. Електропривод повинен забезпечувати умови комфортного переміщення вантажів і характеризуватися відмінними динамічними та енергетичними якостями.

Ліфт являє собою складну багатомасову динамічну систему, яка знаходиться під впливом періодичної збурючої сили. У рамках даного дослідження виконувалося комплексне моделювання електромеханічної системи (ЕМС). До складу ЕМС входять: лебідка та рухливі механічні частини, приводний тихохідний безколекторний електродвигун постійного струму із силовим електронним комутатором, система керування. Математичні моделі пристроїв, являють собою систему взаємозалежних диференціальних, алгебраїчних і логічних рівнянь, що відбивають умови механічної й електричної рівноваги. При синтезі математичної моделі ліфтового піднімального механізму попередньо визначалася кількість змінних, що впливають на коливальний процес елементів системи. При побудові моделі враховувалися фактори, що впливають на зміну мас елементів конструкції залежно від положення кабіни по висоті. При розрахунках наведеної маси кабіни враховувався вплив приєднаної маси підвісного кабелю та вплив приєднаної маси ланцюгів, що врівноважують [7].

Вимоги до механізму ліфту та його електроприводу в даному дослідженні базуються на аналізі їх як єдиної електромеханічної системи. Рішення про загальний вигляд та параметри системи приймається, якщо всі вони відповідають вимогам найбільшої енергетичної ефективності при мінімальних габаритах і масі. Особливо це стосується двигуна та механічної передачі.

Практична цінність результатів роботи полягає в значному зниженні витрат електричної енергії за рахунок застосування запропонованого електропривода, в підвищенні продуктивності та комфортності переміщення вантажів. Є ще одна позитивна сторона впровадження безредукторних лебідок – це зменшення навантаження на довкілля. Це пов'язано із відмовою від великих обсягів металообробки та використання при експлуатації великої кількості екологічно небезпечних мастил, які характерні для лебідок з червячними редукторами.

Список використаної літератури.

1. **Gaiceanu, M.** Improvements on the electric drive elevator prototype. Part and technical aspects [Text] / M. Gaiceanu, S. Epure // The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty. – 2018. – Vol. 18. – Issue 1. – P. 44–48.

2. **Смотров, Е. А.** Рекуператор электропривода лифта [Текст] / Е. А. Смотров, В. В. Субботин // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2014. – № 16 (92). – С. 16–25.

3. **Андриенко, Н. Н.** Концептуальные подходы к созданию лифтов отечественного производства [Текст] / Н. Н. Андриенко, В. Ф. Семенюк // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2011. – № 3. – С. 29–30.

4. **Андрющенко, О. А.** Пассажирский лифт как электромеханическая система. Перспективы и проблемы совершенствования энергетических показателей [Текст] / О. А. Андрющенко, В. В. Булгар, В. Ф. Семенюк // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2010. – № 2. – С. 23–28.

5. **Liang, X.** Induction Motor Starting in Practical Industrial Applications [Text] / X. Liang, O. Ilochonwu // IEEE Transactions on Industry Applications. – 2011. – Vol. 47 (1). – P. 271–280.

6. **Антоневич, А. И.** Анализ современных конструкций лифтов и тенденций их развития [Текст] / А. И. Антоневич // Труды Белорусского национального технического университета. – 2010. – № 5. – С. 18–21.

7. **Архангельский, Г. Г.** Компьютерное моделирование динамики лифта [Текст] / Г. Г. Архангельский, Ю. С. Овчинникова // Материалы Интерстроймех. – 2009. – С. 12–18.

УДК 629.584

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БЕЗРЕДУКТОРНОЇ ЛЕБІДКИ З ПОЛІПШЕНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Волянський С. М., к.т.н., доцент кафедри ЕІС та РК, Біленький О. О., аспірант, Сливка А. А., магістр, Глушко В. М., магістр, Ординцев О. С., магістр
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Проблему синтезу нових типів безредукторних ліфтових електроприводів дозволяє вирішити застосування безколекторного бііндукторного двигуна постійного струму з безобмотковим ротором (ББДПТ) [1–2]. Подібний двигун виконується з ротором торцевого або циліндричного типу і статора, що не мають загального ярма. Ротор торцевого ББДПТ (рис. 1) являє собою кілька феромагнітних полюсів 1, закріплених на немагнітному диску 2. Статор (рис. 1, *б*) складається з ряду окремих магнітно не зв'язаних феромагнітних елементів (зубців) 3, закріплених на немагнітному торцевому щиті 4. На внутрішній поверхні статора розташована тороїдальна котушка обмотки збудження 5. Зубці 3 утворюють зубцеві зони, в проміжках (пазах) яких укладені провідники обмотки якоря 6.



а) б)

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд складових ББДПТ: *а* – ротора; *б* – статора

У мінімальній комплектації (рис. 2) ББДПТ складається з двох нерухомих статорів, зв'язаних поперечними феромагнітними стрижнями 7, між якими обертається ротор, відокремлений від статорів робочим повітряним зазором δ. Замкнуте магнітне коло двигуна спільно утворюють зубці 3, поперечні стрижні 7 і полюси 1, відокремлені від зубців робочим повітряним зазором δ.



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд ББДПТ

Таке конструктивне рішення дозволяє: значно послабити реакцію якоря і довести перевантажувальну здатність за струмом $K_i = I_{доп} / I_н$ до 5–7, так як зубці не мають загального ярма і магнітно не зв'язані; скоротити (до 30 %) витрати обмотувальної міді за рахунок відсутності додаткових полюсів і компенсаційної обмотки; істотно поліпшити умови тепловідведення через конструктивні зазори між стрижнями статора; поліпшити енергетичні показники двигуна [3–4]. Маса ротора подібного двигуна в 3–5 разів менше, ніж у класичного двигуна, пропорційно зменшується і момент інерції. При цьому в 5–7 разів збільшується швидкодія двигуна, а значить, електроприводу в цілому. При такому зменшенні моменту інерції ротора втрати енергії в перехідних режимах в ББДПТ на порядок нижче, ніж у класичного двигуна постійного струму. Подібна конструкція забезпечує модульний принцип виготовлення на різні потужності послідовним чергуванням

дискового ротора і модуля якоря. Вдосконалення двигуна шляхом встановлення на роторі постійних магнітів (тобто, застосування комбінованого збудження), дозволило ще в 1,6 раз збільшити потужність при незмінних масогабаритних показниках [5].

Доведено можливість застосування інноваційного безколлекторного бііндукторного двигуна постійного струму з безобмотковим ротором у безредукторному ліфтовому електроприводі. Безредукторний електропривод складається з лебідки, силової електричної частини і системи керування. Пропонується використання мікропроцесорної системи підлеглого керування з використанням релейного регулятора струму, ПІ-регулятора швидкості та П-регулятора положення. Відзначено, що запропонований електропривод, за рахунок конструктивних особливостей тихохідного двигуна, має масу, габарити і інерційність, значно менші, ніж у традиційного у базовому варіанті, при подібних інших параметрах. Ліфтовий електропривод, забезпечує точне відтворення кабіною заданої оптимальної діаграми і зупинку, яка виконується на необхідній відстані без додаткових операцій при підході до заданої точки. Рух реалізується згідно до розрахункової траєкторії з необхідними обмеженнями заданої швидкості на рівні номінальної, прискорення – до 1 м/с^2 і ривка – до 3 м/с^2. Максимальна похибка по переміщенню кабіни не перевищує 2,52 мм. Енергетична ефективність розраховувалась для двох типових режимів: усталений режим підйому номінального вантажу і режим пуску у напрямі підйому теж при повному завантаженні кабіни. В статичному режимі загальній ККД системи підвищений з 61,3 % до 85,7 %, а в режимі пуску з 15,8 % до 51,9 %.

Список використаної літератури.

1. **Архангельский, Г. Г.** Компьютерное моделирование динамики лифта [Текст] / Г. Г. Архангельский, Ю. С. Овчинникова // Материалы Интерстроймех. – 2009. – С. 12–18.

2. **Чернышев, С. А.** Требование к энергоэффективности лифтов и энергосберегающие технологии в мировом и отечественном лифтостроении [Текст] / С. А. Чернышев // Реформа ЖКХ. – 2010. – № 6. – С. 37–41.

3. **Anand, R.** Analysis of elevator drives energy consumptions with permanent magnet machines [Text] / R. Anand, M. Mahesh // IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE). – 2016. – Vol. 7. – P. 354–357.

4. **Бибик, А. В.** Полупроводниковый ШИМ–коммутатор для системы безредукторного привода пассажирского лифта на базе бесколлекторного двигателя постоянного тока с дисковым ротором [Текст] / А. В. Бибик // Проблеми АЕП. Теорія й практика. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 103–105.

5. **Хитов, А. И.** Перспективы применения энергосберегающих решений в электроприводах главного движения лифта [Текст] / А. И. Хитов, А. А. Хитов // Труды Псковского политехнического института. – 2011. – № 14. – С. 367–376.

УДК 629.5

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМ НЕНАСЕЛЕНИМ ПІДВОДНИМ АПАРАТОМ ЯК АГЕНТОМ ГРУПИ

Алоба Л. Т., Грудініна Г.С.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

В рамках задачі управління групою автономних ненаселених підводних апаратів (АНПА) актуальним є синтез систем автоматичного керування (САК) їх узгодженим рухом. Під час руху необхідно, щоб кожен АНПА утримував безпечну дистанцію з сусідніми апаратами у заданому діапазоні відстаней: коли мінімальна дистанція між ними не створює загроз аварійного зіткнення (режим адгезії), а максимальна дистанція гарантує збереження групи та не створює загроз відходу окремого апарату з поля зору сенсорів інших членів групи (режим когезії).

[2].

Тому, застосування нечіткої логіки забезпечує підхід до проектування необхідної системи керування (нечітке керування), та гарантує можливість рішення широкого кола проблем, у яких дані, цілі й обмеження є занадто складними або нечітко визначеними й у силу цього не піддаються точному математичному опису.

Лінійний неперервний ПД-регулятор $y(t) = K_p \varepsilon(t) + K_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt}$ можна замінити близьким по стратегії і логіці керування нечітким регулятором, якщо в якості його вихідної змінної розглядати значення керуючого впливу y(t).

$$y(k) = K_p \varepsilon(k) + K_d \Delta\varepsilon(k)$$

Таким чином для вхідних змінних та вихідної y(t) може бути синтезовано нечіткий регулятор, що реалізує нелінійний закон y(t) = F [$\varepsilon(t)$, $\Delta\varepsilon(t)$] та є еквівалентним ПД-регулятору [1].

Розробка математичної моделі системи керування маневровим рухом АНПА, реалізованого за принципами нечітких алгоритмів, є на даний час досить актуальною задачею.

Для узгодження роботи «агентів», (сукупність підводних апаратів (об'єктів) що, виконують спільну місію) розроблено наступну систему керування. Дана система складається з двох основних регуляторів: регулятор, що контролює дистанцію між агентами та регулятор курсу.

Якщо один із апаратів змінює свій курс та починає віддалятись або наближатись до іншого агента, датчики фіксують зміну параметрів та регулятори виробляють нову траєкторію руху.

Регулятор курсу, в свою чергу, отримує на вході сигнал керування та сигнал від датчика курсу. На виході регулятор курсу формує сигнал керування для рушійно-стернового комплексу, який складається з електродвигуна постійного струму незалежного збудження та грибного гвинта в поворотній насадці [3, 4].

Математичне моделювання розробленої системи керування виконано в системі Simulink середовища Matlab.

На рисунку 1 представлено структурну схему САК, що дозволяє дослідити роботу підводного апарата у сукупності із агентом, що відхилився від заданого курсу.

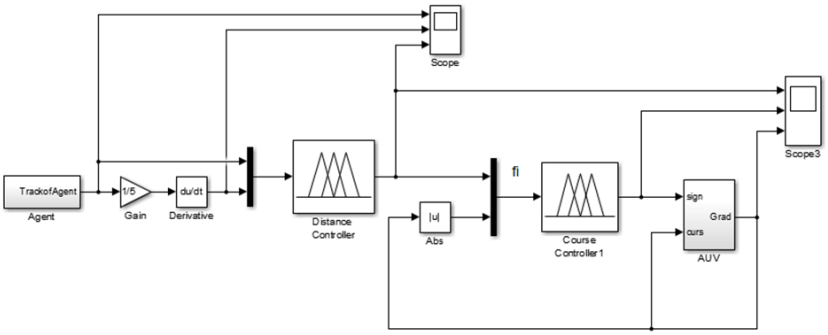


Рисунок 1 – Структурна схема САК АНПА, реалізована в системі Simulink

Розроблена математична модель дозволяє утримувати об'єкт керування на деякому віддалені від встановленого агента. При цьому, регулятор дистанції контролює наближення або віддалення агента із заданою точністю керування (в даному випадку 0,5 м.) Регулятор курсу формує нову траєкторію руху АНПА. На рисунку 3 представлено структуру нечіткого регулятора курсу реалізованого в системі Simulink.

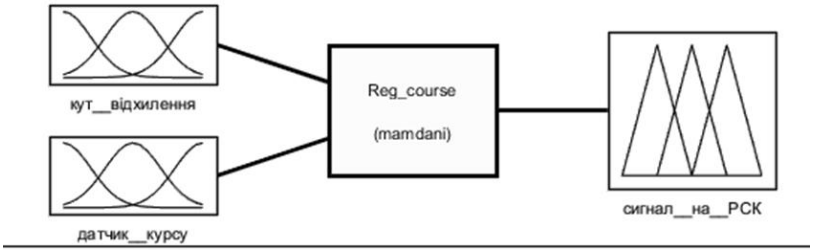


Рисунок 2 – Структура нечіткого регулятора курсу

Проведемо моделювання ситуації при якій заданий об'єкт (наприклад інший підводний апарат) буде рухатись по синусоїдальній траєкторії, а контрольований АНПА буде триматись від нього на встановленій відстані.

На рисунку 3(а) представлено сигнал, що надходить до регулятора дистанції від датчика, який фіксує що наша ціль змінює траєкторію свого руху.

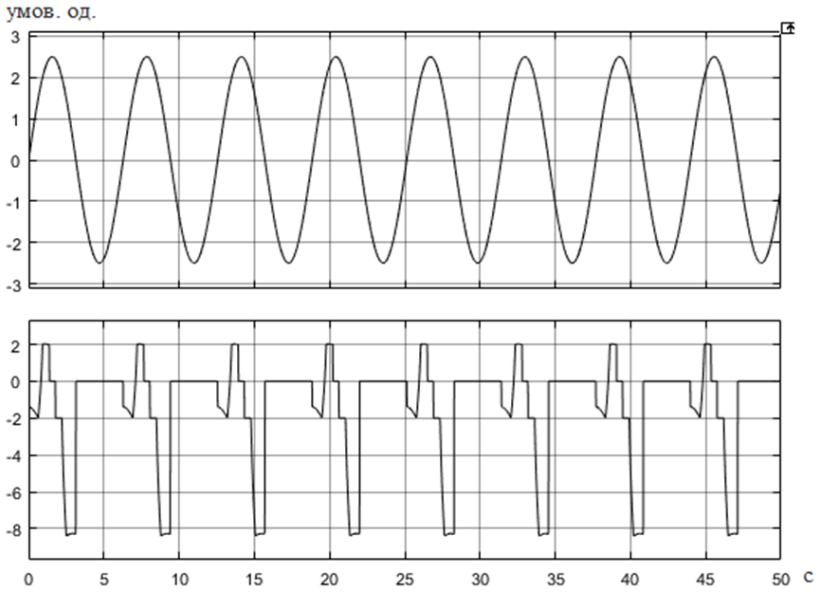


Рисунок 3 – Вхідний сигнал від регулятора дистанції

ВИСНОВКИ

1) Розроблено математичну модель автоматичної системи керування автономним ненаселеним підводним апаратом, що працює як агент у сукупності інших об'єктів.

2) Розроблена система керування складається з двох основних блоків керування: контроль дистанції та регулювання курсу, які було реалізовано на базі нечітких регуляторів типу Мамдані з дефазифікацією керуючої змінної за методом центра ваги.

3) В системі Simulink проведено симуляцію роботи АНПА, задачею якого було контролювати встановлений діапазон відхилення руху від заданого об'єкта, що рухався по синусоїдальній траєкторії. Важливо враховувати, що АНПА не може в точності повторювати траєкторії руху контрольованого об'єкта, так як необхідний час для зміни курсу та швидкості руху.

4) Отримані результати дозволяють підвищити якість керування групою дистанційно керованих ненаселенипідводних апаратів, при виконанні маневреного руху АНПА.

Список використаних джерел

1. **Попов Э.В.** Искусственный интеллект [Текст] / справочник – М.: Радио и связь, 1990. – Т.1. – 461 с., Т.2. – 304 с., Т.3 – 363 с.

2. **Макаров И.М.** Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Текст] / И.М. Макаров, В.М. Лохин // – М.: Наука, 2006. – 333 с.

3. **Блінцов С. В.** Математичне моделювання динаміки автономного підводного апарата на плоскій циркуляції [Текст] / С.В. Блінцов, Г.С. Грудініна // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2017. – №4.

4. **Ставинський А. А.** Удосконалення математичної моделі самохідного підводного апарата для дослідження просторового руху [Текст] / А.А. Ставинський, С.В. Блінцов // Збірник наукових праць НУК. – 2004. – № 3. – 396 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕМПФУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ЯК ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Жук Д.О., Осадченко Ю.В., Кіпень М.С., Корнілов В.С., Савченко О.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація. Розглянуто чотири випадки роботи електроенергетичної системи з потужними напівпровідниковими перетворювачами (НП): без демпфуючих пристроїв (ДП) та з трьома видами ДП. Створено та досліджено MATLAB-модель. Отримані, залежно від різних умов криві фазної напруги на шинах головних розподільчих щитів (ГРЩ). Після виконання швидкого перетворення Фур'є кривих напруг, отримані відповідні амплітудні спектри гармонічних складових для аналізу ефективності ДП.

Ключові слова: напівпровідникові перетворювачі, суднова електроенергетична система, демпфуючі пристрої, гармоніки, керовані вентилі.

Abstract. The operation of electric power system (EPS) with powerful semiconductor converters (SC) are considered in four different modes. It's is EPS without damping devices (DD) and EPS with three types of DD. The creation and investigation of EPS MATLAB model is carried out. The shapes of phase voltage on the switchboard buses are obtained, depending on the different conditions. To analyze of DD the harmonic spectra of phase voltage are performed by fast Fourier transform (FFT).

Key words: semiconductor transducers, ship electric power system, damping devices, harmonics, controlled valves.

Вступ. Дослідження, виконані у [1, 2] показують, що вищі гармоніки напруги в суднових електроенергетичних системах (СЕЕС) обумовлені як ідеалізованими комутаційними імпульсами, так і затухаючими високочастотними коливаннями, які супроводжують процеси ввімкнення і вимикання тиристорів в керованих випрямлячах (КВ). Такі гармоніки обумовлюють появу кондуктивних низькочастотних і високочастотних (НЧ і ВЧ) електромагнітних перешкод у діапазоні частоти відповідно 0…2,5 кГц і 2,5 кГц…30 МГц.

Комутаційні ВЧ коливання істотно впливають як на амплітудний спектр напруги у мережі живлення в області високих частот, так і на інтегральний показник несинусоїдальності напруги – коефіцієнт спотворення синусоїдальності K_U. Такі коливання визначають склад електромагнітних перешкод, які знижують ефективність роботи відповідальних суднових споживачів [1]. Дослідженню ВЧ коливань, що супроводжують комутації тиристорів КВ, присвячено значну кількість публікацій [3-7 та ін.], однак питання їх демпфування у складі напруги мережі живлення досліджені недостатньо.

Загальновідомі індивідуальні демпфуючі пристрої (ДП) напівпровідникових перетворювачів (НП). Вони мають вигляд *RC* кіл і включаються паралельно тиристорам або вентильним блокам перетворювача, забезпечуючи локальний захист останніх від комутаційних перенапруг. Сучасні силові напівпровідникові збірки провідних світових виробників IRF, MOTOROLA, SEMIKRON і т.д. стандартно комплектуються подібними пристроями. Робота таких ДП практично не впливає на ВЧ коливання напруги в системі (на шинах ГРЩ).

Мета роботи. Підвищення енергоефективності СЕЕС шляхом демпфування високочастотних комутаційних коливань, які виникають внаслідок роботи потужних керованих НП.

В [8] виконано порівняльний аналіз ДП, призначених для захисту вентилів. Відомі методи розрахунку індивідуальних ДП представлені в [9, 10], де розглядаються питання їх оптимізації з точки зору зменшення потужності втрат і зниження масогабаритних показників.

Цікавим є використання подібних ДП як системних – які підключаються безпосередньо до шин ГРЩ і обмежують комутаційні перенапруги в мережі, обумовлені роботою одного або групи КВ.

Ефективність системних ДП (рис.1) визначається ступенем зниження гармонік комутаційних ВЧ коливань в напрузі мережі. Наведені нижче вирази для визначення параметрів ДП отримані виходячи з умови обмеження гармонік ВЧ коливань до рівня гармонік відповідних частот ідеалізованих комутаційних спотворень напруги мережі.

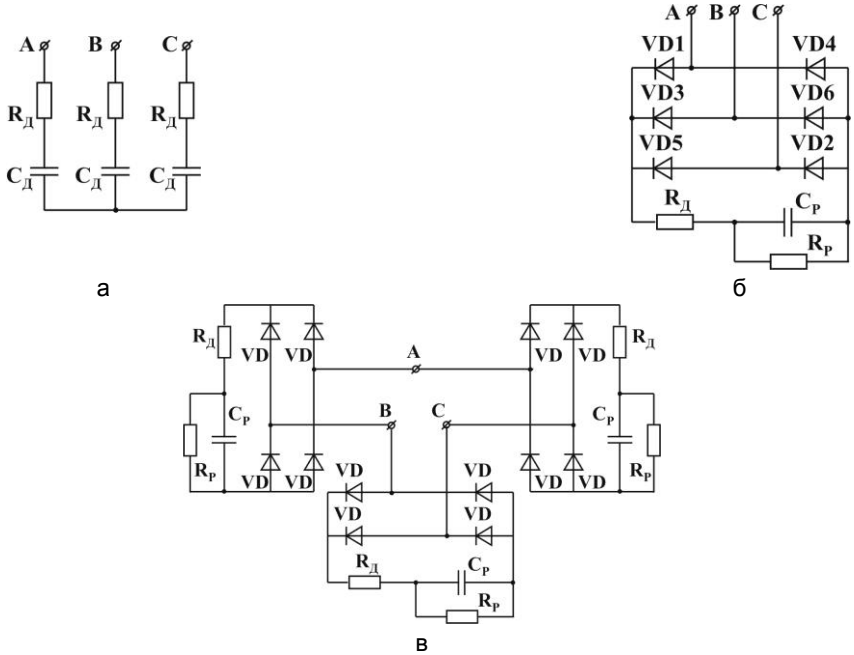


Рисунок 1. Схеми системних демпфуючих пристроїв

$$R_Д > 0{,}52\sqrt{L_S / C_Д}\,;\; R_Д < 0{,}1\sqrt{C_Д L_s / C_S}\,, \tag{1}$$

де L_S - еквівалентна індуктивності живлячої мережі; C_S - власна (паразитна) ємність мережі живлення.

Ємність $C_Д$ обирається набагато більшою C_S і становить кілька десятків мкФ. Недолік даної схеми – виникнення при збільшенні ємності, з метою підвищення демпфуючого ефекту, «штучної» ємнісної комутації, що супроводжується перенапругами на вентилях.

Схема представлена на рис. 1, б, має вигляд діодного моста з *RC* навантаженням і розрядним опором R_p. Розрахунок її елементів проводиться з наступних умов

$$R_p C_Д = 0{,}002...0{,}005;\;\; R_Д = (0{,}14...1{,}6)\sqrt{L_S / C_Д}\,.. \tag{2}$$

Схема, наведена на рис. 2 не забезпечує зниження рівнів ВЧ коливань при виключенні вентилів КВ в основному робочому піддіапазоні $0^\circ < \alpha < 60^\circ$, хоча ефективно працює в піддіапазоні $60^\circ < \alpha < 120^\circ$. Даного недоліку позбавлений пристрій виконаний за схемою (рис. 1, в), що складається з трьох однофазних діодних мостів з *RC* навантаженням.

Робота пристрою при всіх значеннях α аналогічна роботі попередньої схеми в піддіапазоні $60^\circ < \alpha < 120^\circ$, співвідношення, що визначають вибір параметрів $R_Д$ і $C_Д$ зберігаються.

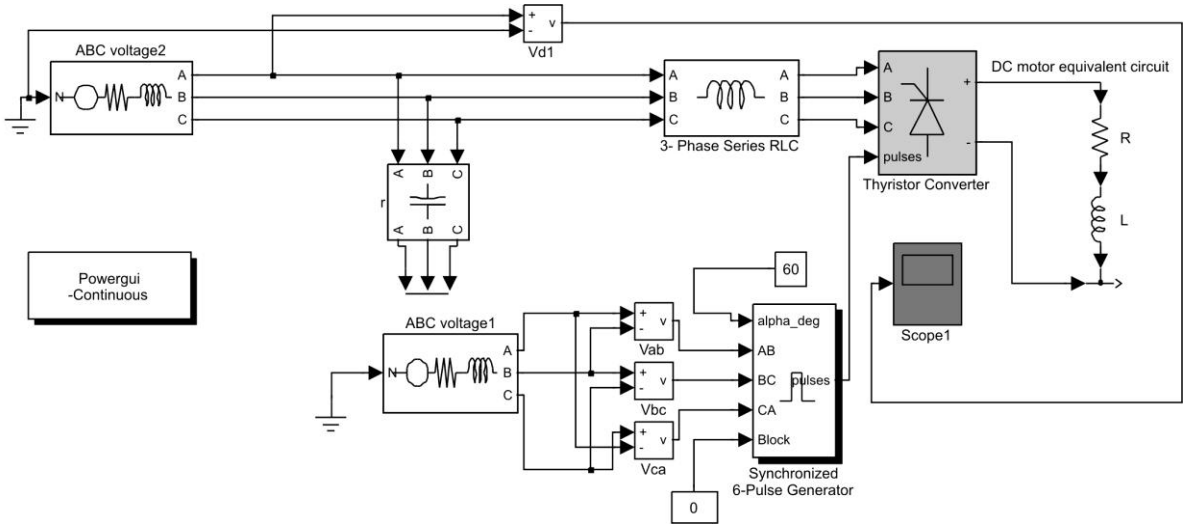


Рисунок 2. Схема моделі СЕЕС з трьохфазним мостовим КВ і паразитною ємністю

Для оцінки ефективності розглянутих ДП в MATLAB складена модель СЕЕС з трифазним мостовим КВ (рис. 2), що має наступні основні параметри: фазна напруга мережі $U_S = 220$ В, частота $f_S = 50$ Гц, фазна індуктивність $L_S = 0{,}6$ мГн, паразитна фазна ємність $C_S = 1{,}6$ мкФ; навантаження - активний опір $R_d = 6{,}4$ Ом, індуктивність $L_d = 0{,}096$ Гн; перетворювач - фазна індуктивність $L_П = 3{,}5 \cdot 10^{-4}$ Гн, кути ввімкнення і комутації КВ становлять відповідно $\alpha = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$.

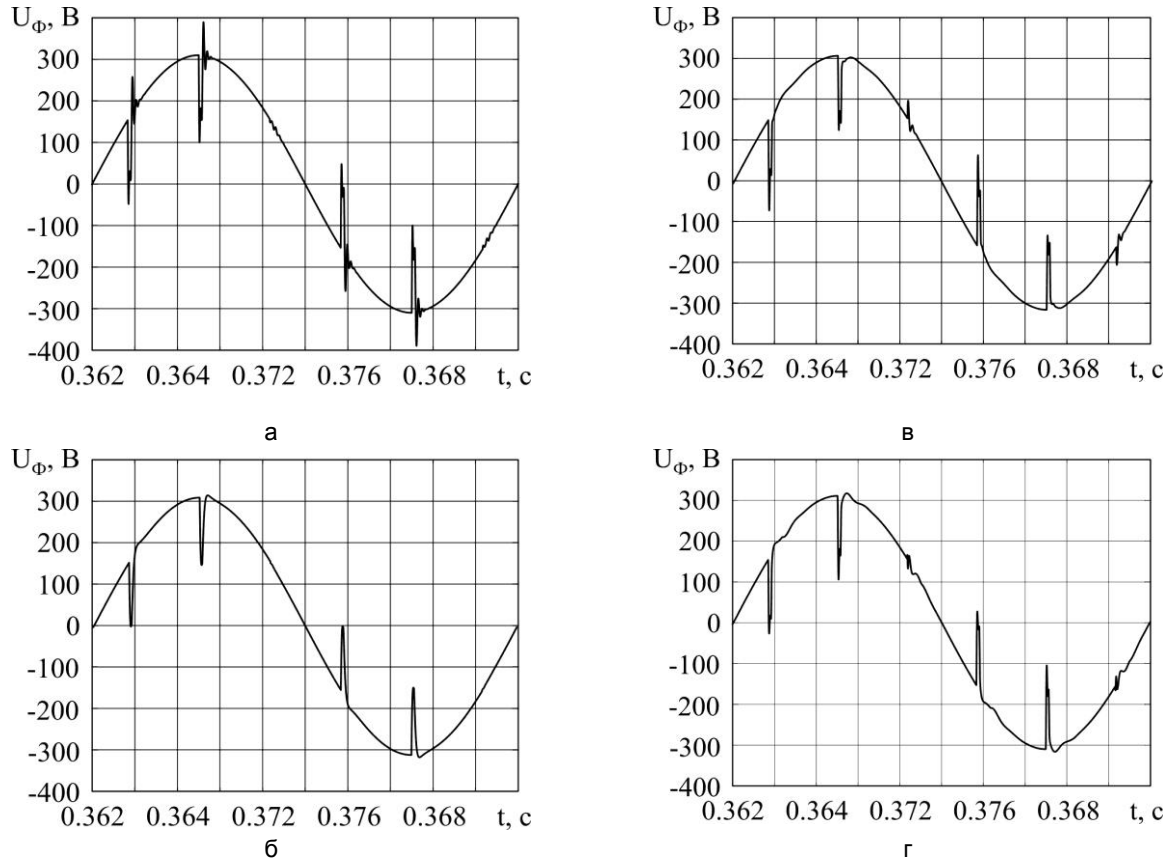


Рисунок 3. Форми кривих фазних напруг на шинах ГРЩ: а – без використання ДП; б,в,г – з використанням ДП

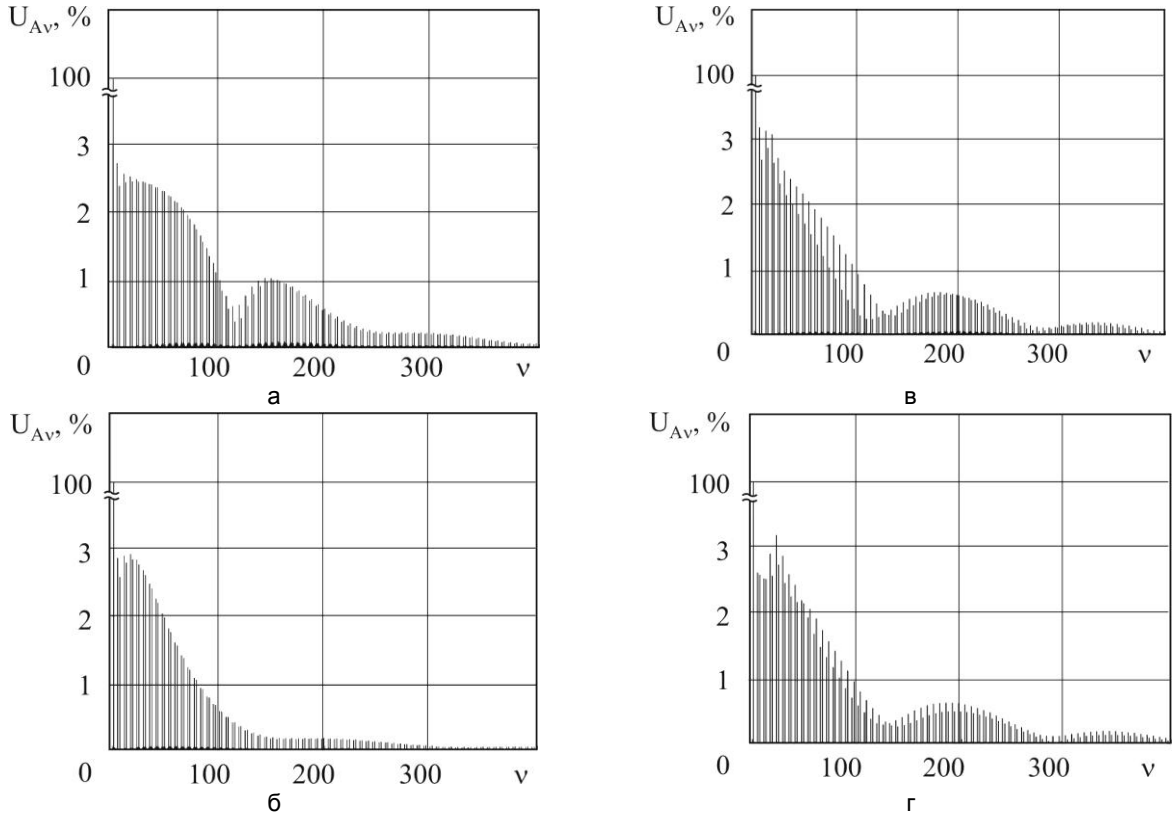


Рисунок 4. Амплітудні спектри фазних напруг на шинах ГРЩ в ЕЕС з КВ при відсутності і наявності демпфуючи пристроїв

Розглянуто чотири випадки роботи СЕЕС: без ДП; з ДП за схемами на рис. 1, а-в. На рис. 3, а-г представлені отримані, залежно від умов функціонування СЕЕС, криві фазної напруги на шинах ГРЩ. Після

виконання швидкого перетворення Фур'є (FFT) кривих напруг, приведених на рис. 3, отримані відповідні амплітудні спектри (рис. 4).

Спільний аналіз часових діаграм і амплітудних спектрів напруг (рис. 3, рис. 4), показує, що найбільш ефективним з розглянутих ДП є демпфуючі *RC* кола, які забезпечують істотне зниження рівнів гармонік, що генеруються в мережу в області частот вище 2,5 кГц. Низькочастотні гармоніки в діапазоні частот (0 ... 2,5кГц) ослаблюються розглянутими ДП слабо.

Для забезпечення нормальної роботи демпфуючих *RC* кіл на практиці необхідне обмеження ємності $C_Д$, щоб уникнути появи перенапруг внаслідок ефекту «штучної комутації».

Висновки. Отримані значення коефіцієнтів несинусоїдальності напруг K_U при роботі ДП за схемами (рис. 3, а-г) відповідно становлять 13,32%; 11,55%; 12,64%; 12,28%, що перевищує встановлений Регістром Судноплавства України рівень 10%. Звідси випливає, що системні ДП не можуть самостійно використовуватися для забезпечення необхідної якості електроенергії в СЕЕС морських споруд з потужними КВ. Для підвищення ефективності зниження гармонік, що генеруються КВ в таких ЕЕС у всьому діапазоні частот, можна рекомендувати одночасне ввімкнення демпфуючих *RC* кіл і системних резонансних НЧ фільтрів.

Список використаної літератури

1. **Жук А.К., Жук Д.А.** Комплексная оценка и обеспечение качества электроэнергии в единой ЭЭС двойного рода тока бурового судна «Газпром–1» // Наукові праці КДПУ: Випуск 2/2002(12) – 2002. – С. 208 – 211.
2. **Жук Д.А.** Особенности ЭЭС современных буровых судов с динамическим позиционированием // Зб. наук. праць НУК. – №4. – 2004. – С. 103 – 111.
3. **Жук А.К., Жук Д.А.** Аналіз эффективности демпфирующих устройств при подавлении гармоник коммутационных высокочастотных колебаний в ЭЭС с управляемыми выпрямителями. Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2005. – С. 51 – 58.
4. **Анисимов Я.Ф., Васильев Е.П.** Электромагнитная совместимость полупроводниковых преобразователей и судовых электроустановок. – Л.: Судостроение, 1990. – 264 с.
5. **Жук А.К., Жук Д.А., Трибулькевич С.Л.** Анализ несинусоидальности напряжения в системах с тиристорными преобразователями при наличии коммутационных колебаний // Електромашинобудування і електрообладнання. Респ. міжвід. наук.-техн. сб. – 2005. – Вип. 63. – С. 37 – 45.
6. **Кутузов С.И.** Взаимная компенсация гармоник, вносимых в автономную энергосистему статическими и электромеханическими преобразователями // Электричество. – 2002. – №3. – С. 16 – 19.
7. **Кутузов С.И.** Особенности ограничения высших гармоник, вносимых в автономную энергосистему синхронной машиной // Электричество. – 1996. – №3. – С. 2 – 8.
8. **Лабунцов В.А., Чаплыгин Е.Е.** Компенсаторы неактивной мощности на вентилях с естественной коммутацией // Электричество. – 1996. – №9. – С. 55 – 59.
9. **A. Lohner, P. Mauracher, D. Fischer,** "Batteriemanagement, neue Methoden zur Erhцhung der Zuverlдssigkeit von USV–Anlagen", etz, H. 4, 1996, S. 18 – 22.
10. **A. Mertens,** "Harmonic Distortion in Three–Phase Inverters Controlled by Synchronous Sigma– Delta–Modulation", ETEP, Vol. 2, No. 6, Nov./Dec. 1992.

УДК 621.314

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОНДЕНСАТОРУ ЛАНКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ АІН З ШІМ

Костенко Д.В., к.т.н.; Трибулькевич С.Л.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова , м. Миколаїв, Україна

Основним призначенням конденсатора, встановленого в ланці постійного струму, є усунення перенапруг, викликаних комутацією силових ключів інвертора і згладжування пульсацій напруги, викликаних роботою випрямляча. Слід зазначити, що напруга в ланці постійного струму під навантаженням перетворювача має форму періодично змінюється однополярного сигналу, модульованого в загальному випадку низькочастотної і високочастотної складовими.

Важливим параметром конденсаторі, окрім ємності, є еквівалентний послідовний опір ESR, на якому при протіканні імпульсів струму буде виділятися тепло. Особливо це стосується їх роботи в ланцюгах з високим рівнем пульсацій, коли протікає значний струм

Ємність конденсатора згладжувального фільтра обирається згідно значення коефіцієнту пульсацій вихідної напруги. Для частотнорегульованих електроприводів конденсатор також повинен перевірятись по нагріву та максимальному значенню пульсацій струму.

Для розрахунку пульсацій струму, викликаних комутаційними процесами в інверторі, використовується метод перемикальної функції. Для достатньо високих частот перемикання ($>1\,кГц$) стуми двигуна i_a, i_b та i_c практично синусоїдальні та можуть бути представлені як:

$$i_a = \sqrt{2}I\sin\ \omega t - \varphi\ ; \quad (1)$$

$$i_b = \sqrt{2}I\sin\ \omega t - \varphi - 120°\ ; \quad (2)$$

$$i_c = \sqrt{2}I\sin\ \omega t - \varphi + 120°\ , \quad (3)$$

де I – діюче значення стуму двигуна, φ – коефіцієнт потужності двигуна.

Вхідний струм інвертору i_0 може бути обчислений із наступного виразу

$$i_0 = i_1 + i_2 + i_3 = i_a SW_1 + i_b SW_2 + i_c SW_3\,, \quad (4)$$

де SW_1, SW_2, SW_3 – перемикальні функції, які можуть бути розложені у ряд Фур'є наступним чином

$$SW_1\ \ \omega t\ = \left[\frac{1}{2} + \frac{m_0}{2}\sin\omega t + \sum_{h=2}^{\infty}\frac{A_h}{2}\sin\ \ h\omega t\ \right], \quad (5)$$

$$SW_2\ \ \omega t\ = SW_1\ \ \omega t - 120°\ , \quad (6)$$

$$SW_3\ \ \omega t\ = SW_1\ \ \omega t + 120°\ , \quad (7)$$

де m_0 – індекс модуляції, m_f – відношення частоти перемикання ШІМ до вихідної частоти. A_h – амплітуда h-й гармоніки.

За допомогою швидкого перетворення Фур'є для струму конденсатору представленому на рис. 1 можливо визначити діюче значення пульсацій струму

$$i_{ripple} = \sqrt{\frac{\sum_{h=2}^{\infty} I_{0_h}}{2}}\,. \quad (8)$$

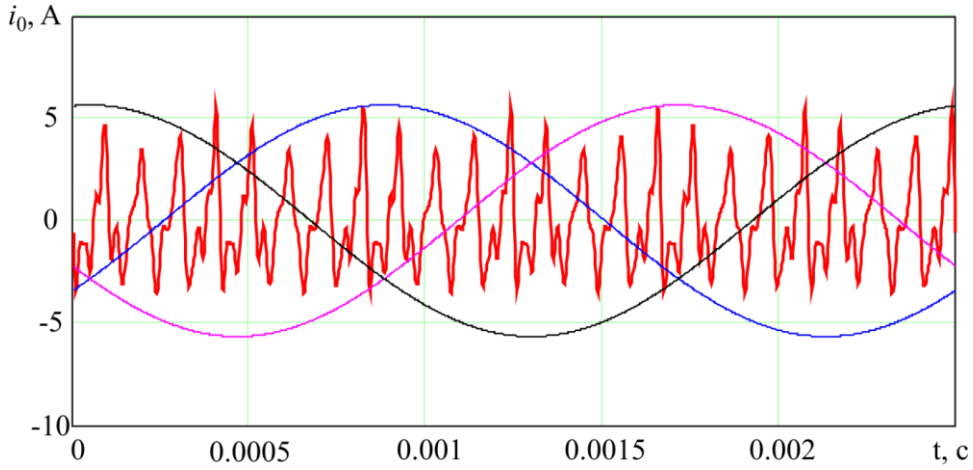


Рисунок 1 – Форми ідеальних струмів двигуна та струму кондесатору

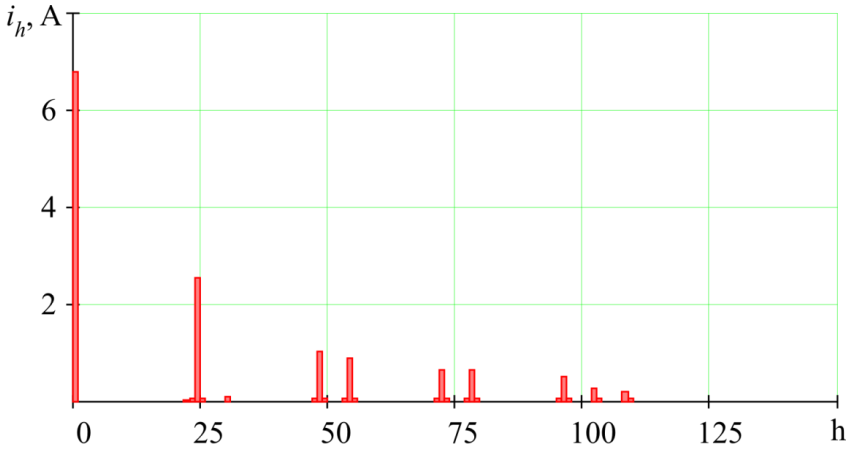


Рисунок 2 – Спектр стуму конденсатору

Крім інвертору пульсації струму викликаються вхідним випрямлячем. Для їх обчислення представимо випрямляч еквівалентною схемою представленою на рис. 3.

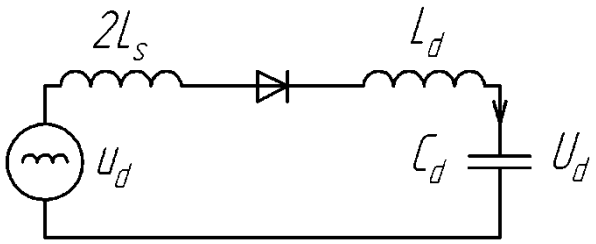


Рисунок 3 – Еквівалентна схема 6-ти пульсного випрямляча

У залежності від значень L_s, L_d та вихідного навантаження може мати місце режим безперервних або переривчастих струмів.

З еквівалентної схеми на рис. 3 маємо:

$$L_{eff} = 2L_s + L_d \qquad (9)$$

Мінімальна індуктивність, необхідна для режиму безперервних струмів становить:

$$L_{eff.\min} = \frac{0,013U_{лин}}{\omega I_{rms}},$$

де $U_{лин}$ – діюче значення вхідної напруги. Для $L_{eff} > L_{eff.\min}$, як у нашому випадку, має місце режим безперервних струмів.

Напруга u_d (рис. 3) може бути представлена рядом Фур'є:

$$u_d = 1,35U_{лин}\left(1 + \frac{2}{35}\cos 6\omega t - \frac{2}{143}\cos 12\omega t + \frac{2}{323}\cos 18\omega t - ....\right). \qquad (10)$$

Діюче значення струму пульсацій на 6-й, 12-й та 18-й гармоніках становить:

$$i_{d,6,rms} = \frac{2}{35}\frac{1.35U_{лин}}{\sqrt{2}6\omega L_{eff}} \qquad (11)$$

$$i_{d,12,rms} = \frac{2}{143}\frac{1.35U_{лин}}{\sqrt{2}6\omega L_{eff}} \qquad (12)$$

$$i_{d,18,rms} = \frac{2}{323}\frac{1.35U_{лин}}{\sqrt{2}18\omega L_{eff}} \qquad (13)$$

Тоді діюче значення пульсацій струму:

$$i_{d.rms} = i_{d.6.rms} + i_{d.12.rms} + i_{d.18.rms} \qquad (14)$$

З урахуванням пульсацій струму, викликаних інвертором, отримуємо:

$$i_c = i_{ripple} + i_{d.rms}$$

Отже, конденсатор повинен використовуватися при допустимих токах пульсації, значення яких вказуються для кожної серії, також сума постійної напруги і напруги пульсації не повинна перевищувати номінальну робочу напругу. Якщо через конденсатор протікає імпульсний струм, значення якого перевищує номінальне значення струму конденсатора, то на конденсаторі виділяється надлишкове тепло, його ємність зменшується і, як наслідок, термін служби конденсатора скорочується.

Висновки. Запропоновано методику оцінки рівня пульсацій струму конденсатору у ланці постійного струму АІН з ШІМ, обумовлених роботою випрямляча та високочастотною комутацією. Дано рекомендації по вибору та перевірці на допустимий струм пульсацій конденсаторів ланки постійного струму.

Література:

1. **Гельвер Ф. А., Белоусова Н. В., Самосейко В. Ф., Саушев А. В.** Выбор емкости конденсатора звена постоянного тока двухзвенного преобразователя частоты с инвертором напряжения [Текст] // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, апрель 2014 г.). — СПб.: Заневская площадь, 2014. — С. 44-47.

2. **Rendusara D., Cengelci E., Enjeti P., Lee D.C.** An Evaluation of the DC-Link Capacitor Heating in Adjustable Speed Drive Systems with Different Utility Inetface Options // IEEE, 1999.

3. **N.Mohan, T.M. Underland, W.P.** Robbins, Power Electronics Converters, Applications and Design, 2-nd edition, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

УДК 621. 3.07

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ 4-х ФАЗНЫМ БДПТ С ВЫСОКОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВНУТРИ ОДНОГО ОБОРОТА

Фролов Олександр Миколайович, Херсонська філія національного університету кораблебудування ім.. адмірала Макарова, к.т.н., доцент ХФ НУК,
Божок Ян Олексійович, Херсонська філія національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, магістрант;
Лущик Владислав Михайлович , Херсонська філія національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, магістрант

Наряду с достоинствами все электродвигатели имеют и недостатки при применении в электромеханических системах, например в электроприводах. Например, более надежные и долговечные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, они хуже держат нагрузку, чем двигатели постоянного тока, а также не позволяют плавно регулировать частоту вращения без применения сложных и дорогих преобразователей частоты.

Двигатели постоянного тока обычного исполнения имеют ценное качество - возможность плавно регулировать скорость вращения в широком диапазоне. Вместе с тем они обладают существенным недостатком, обусловленным щеточно-коллекторным узлом.

Поэтому были созданы двигатели, обладающие достоинствами двигателей постоянного тока, но свободные от их недостатков, названные бесконтактными двигателями постоянного тока – БДПТ. Они управляемые электронными коммутаторами [1,2].

Промышленность разных стран выпускает 3-х и 4-х фазные БДПТ.

Сравнение 3-х и 4-х фазных БДПТ показывает, что цена их практически не отличается, пульсации частоты уменьшаются при увеличении числа фаз, а схема управления 4-х фазными БДПТ даже проще. Поэтому при одинаковой мощности, для систем с высокой стабильностью частоты вращения, наиболее целесообразно применять 4-х фазные БДПТ.

Кроме того, для дальнейшего улучшения стабильности частоты и момента вращения для 4-х фазного БДПТ может быть применена довольно простая электронная система управления с управляемым источником тока, структурная схема которой, приведена на рисунке 1.

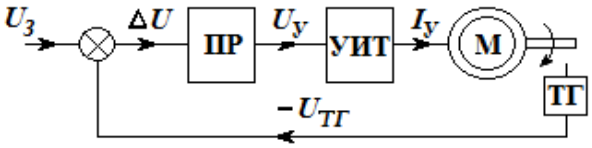


Рис.1. Структурная схема электропривода БДПТ с обратной связью по частоте вращения:
ПР – преобразователь;
ТГ – тахогенератор;
УИТ – управляемый источник тока

Разработанная структурная схема предусматривает изменение тока в обмотках статора, в зависимости от перемены частоты вращения из-за изменения нагрузки на валу БДПТ.

Разработанная функциональная схема блока коммутаторов вместе с управляемым источником тока приведена на рисунке 2.

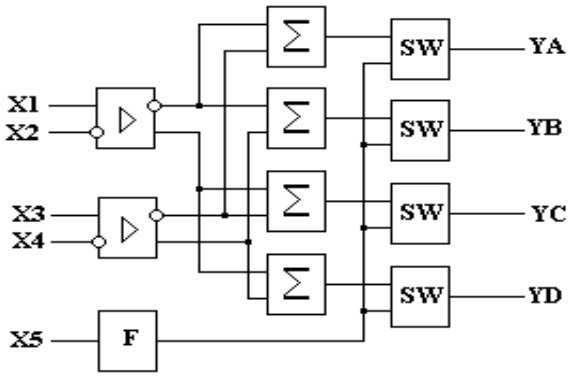


Рис.2. Функциональная схема блока коммутаторов с управляемым источником тока для 4-х фазного БДПТ с регулировкой частоты вращения.
▷ - дифференциальный усилитель;
Σ -суммирующий каскад;
SW - выходной каскад;
F -управляемый источник тока

Частота вращения БДПТ управляется задающим напряжением ($U_З$), которое подается на вход X5 управляемого источника тока. На входы X1-X4 блока коммутации подаются сигналы переключения фаз от датчиков Холла, встроенных в корпусе БДПТ [2]. С выходов YA-YD блока коммутации выходят переключаемые токи в фазы (обмотки статора – A, B, C, D) БДПТ с величиной, которая устанавливается управляемым источником тока.

При уменьшении частоты вращения из-за увеличения момента на валу БДПТ напряжение на тахогенераторе уменьшается. Согласованная в преобразователе разница напряжений тахогенератора складывается с напряжением ($U_З$), и подается на вход управляемого источник тока. Это приводит к увеличению выходного тока в обмотке статора и увеличивает момент вращения ротора БДПТ, что приводит к восстановлению заданной частоты вращения. Так как электронные элементы системы управления обладают высоким быстродействием, то частота вращения и момент стабилизируются в течение одного оборота.

Выводы

Использование управляемого источника тока в системе управления 4-х фазного БДПТ позволят стабилизировать частоту вращения с высокой точностью в течении одного оборота.

Литература

1. **Кацман М.М.** Электрические машины [Текст] .Учебн. для студентов сред.проф. учебных заведений /Кацман М.М. – М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия», 2001. – 463 с.

2. **Селіверстова С.Р.** Електропривод технологічного обладнання з виготовлення напівпровідникових пластин [Текст] / С. Р. Селіверстова, О. М. Фролов, В. А. Борисова//, Науковий вісник Херсонської державної морської академії: Науковий журнал. – Херсон: Видавництво ХДМА - 2016р.- №2(15). – С.111- 116. Три автори

УДК 621

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА – ВІТРОГЕНЕРАТОРА НА МОРСЬКИХ СУДНАХ

Шевченко Віктор Васильович, Херсонська філія національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, к.т.н., професор ХФ НУК,
Береговий Б. Ю., Херсонська філія національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, магістрант;
Поделяк С.В., Херсонська філія національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, магістрант

Альтернативна вітроенергетика відрізняється від основної потужної енергетики і має багато переваг. Основна перевага - використання місцевих джерел енергії, другий аспект використання вітрогенераторів це енергетична незалежність України.

Вітроенергетична установка (ВЕУ) стартує (само розкручується) при поривах вітру. Для енергетичного використання вітрового потоку необхідно знати , питому кінетичну енергію вітрового потоку, тобто енергію повітряної маси цільністю ρ, кг/м^3 , що має швидкість υ м/с:

$$Ру= \frac{mυ^2}{2}.$$

Знаючи, що маса 1м^3 повітряного потоку, який має щільність ρ, кг/м^3 і рухається зі швидкістю $υ^2$ м/с. Видозмінимо формулу

$$Ро= \frac{ρ \cdot s\, υ^3}{2},$$

де ρ - щільність повітряного потоку, що набігає; s - поверхня вітряної турбіни; υ – швидкість повітряного потоку, що набігає.

Серед множини конструкцій ВЕУ заслуговують уваги проекти коливальних вітрогенераторів для розробки і впровадження на морських судах.

Цей проект присвячений розробці та дослідженню вітрогенератора коливального типу (рис. 1) при використанні зміни форми крила з оптимальною конфігурацією. Судячи з іноземних джерел інформації коефіцієнт корисної дії (ККД) може досягати 70÷80 %.

Розглянемо принципову роботу крила вітрогенератора яка відображена на рис 2. Нульове положення крила, де не виробляється енергія підйому має вигляд показаний на (рис. 2а), при положенні закрилка (рис. 2б) виникає підіймальна сила крила яка спрямована вгору і визначається формулою:
Жуковського-Кутта [3]

$$Fn= ρlГ\, υ_o \qquad (2)$$

де ρ – щільність повітря; l - елемент контуру, по якому відбувається циркуляція;
$υ_o$ - швидкість руху крила; Г- циркуляція швидкості для крилевих профілів з меншими кутами атаки.

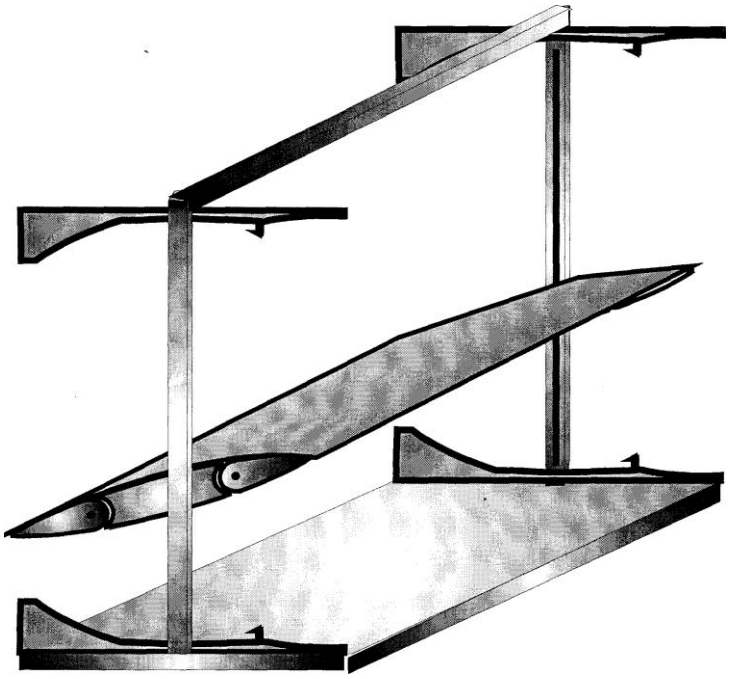


Рис.1. Загальний вид вітрогенератора

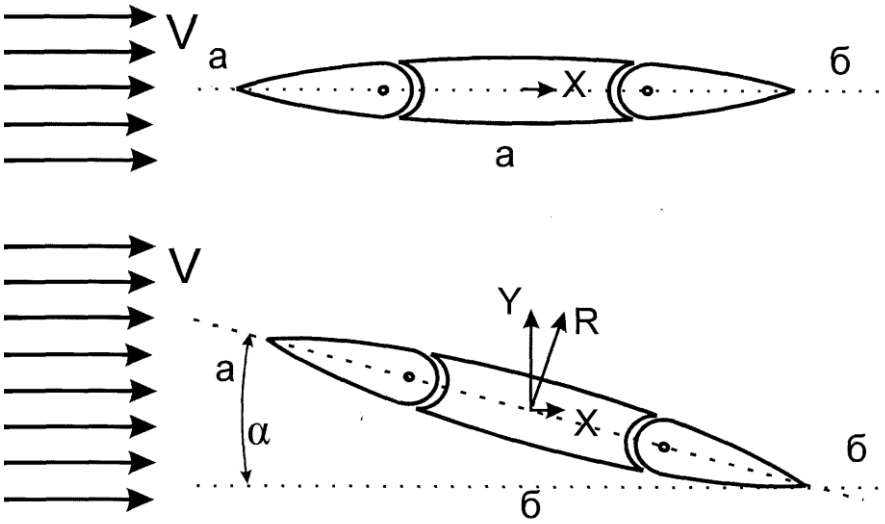


Рис. 2. Основні положення крила вітрогенератора
а - нейтральне положення; б - підйом крила;

Н.Е, Жуковським при обчисленні циркуляції буда запропонована формула

$$\Gamma = \frac{\pi \cdot \lambda \, \upsilon \alpha}{2}$$

де λ – хорда крила; υ – швидкість потоку; α – кут атаки профілю.

Формула (2) добре погоджується з експериментальними даними при малих кутах атаки крила.

Ефективність вітрогенератора оцінюється через коефіцієнт корисної дії перетворюваної енергії і обчислюється по формулі:

$$\eta = \frac{C_y \, \upsilon_n}{\upsilon_o} \qquad (3)$$

де Cγ- піднімальна сила; υ_n – швидкість підйому крила; υ_o – швидкість руху крила.

Формула (3) означає, що для одержання високого ККД необхідно вибирати кут атаки як найбільше до критичного, тоді швидкість підйому крила повинна бути також найбільшою.

Висновки:

1. Необхідно вибирати коефіцієнт якості крила як найбільшим;

2. Відбір енергії необхідно проводити при максимально можливій швидкості з урахуванням обмеження формули $u_n < u_0$ тобто на початковому етапі підйому (опускання) дати розігнатися крилу до обраної швидкості.
3. Звідси значення приросту енергії при швидкості руху крила більшої 1/10 від швидкості вітру буде позитивним, тому з усіх відомих вітрогенераторів тільки коливальний можна встановлювати на морських судах.

Список література:

1. **Гордов Р.В., Гублин В.Е. Матвеев В.Е.** Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2009 - 294с.
2. **Кривцов В.С. Олейников А.М. Яковлев А.И.** Неисчерпаемая энергия. Том 1 Ветроэлектрогенераторы. Учебник.- Харьков: Национальный аэрокосмический университет. «ХА» 2003. - 400с.
3. **Харитонов В.П.** Автономные ветроэлектрические установки –М: ГНУВНЭСХ, 2006- 280 с.

Секція. 9.
УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАММАМИ У СУДНОБУДУВАННІ

УДК 005.8:519.22

НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ НА ОСНОВІ ДВОВИМІРНОГО НОРМАЛІЗУЮЧОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЖОНСОНА СІМЕЙСТВА S_B

С.Б. Приходько, д.т.н., проф., О.О. Кудін, ст. викл.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Практично у всіх галузях діяльності людини існує потреба в передбаченні параметрів виконання робіт або дій для досягнення певної мети в майбутньому. Зокрема, задачі передбачення (прогнозування) параметрів робіт (наприклад, – тривалості робіт) виникають при складанні планів проектування наукоємної продукції (проектування суден, розробка програмного забезпечення автоматизованих систем, тощо). Одним з основних методів отримання результатів прогнозування є використання регресійних моделей.

Як відомо, краще за все розроблено методи лінійного регресійного аналізу. У разі побудови нелінійної регресії використовується два підходи. Або по вигляду діаграми розсіяння підбирають відповідну нелінійну функцію та на її основі створюють нелінійну регресійну модель, або знаходять такі попередні перетворення даних, які дозволять отримати близький до лінійного зв'язок між залежною та незалежним перетвореними змінними регресії [1]. В останньому випадку для побудови нелінійної регресії використовують зворотне перетворення.

В наш час створення нелінійних регресійних моделей, зокрема COCOMO та ISBSG, виконується шляхом нормалізації емпіричних даних на основі десяткового логарифму. Але в деяких випадках нормалізуюче перетворення на основі десяткового логарифму не дозволяє адекватно нормалізувати емпіричні дані, що приводить до зменшення достовірності оцінювання залежної змінної. Підвищити достовірність оцінювання залежної змінної можна за рахунок застосування двовимірних перетворень, наприклад, двовимірного перетворення Джонсона [2]. Відповідно до [2] була розроблена нелінійна регресійна модель на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B, що дозволяє підвищити достовірність оцінювання залежної змінної у порівнянні з використанням одновимірних нормалізуючих перетворень, зокрема на основі десяткового логарифму.

ВИСНОВКИ. *Вперше* отримано нелінійну регресійну модель на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B, що дозволяє підвищити достовірність оцінки залежної змінної у порівнянні з використанням одновимірних нормалізуючих перетворень для таких даних. *Удосконалено* рівняння нелінійної регресії та границь її довірчого інтервалу на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B для негаусівських даних, що дозволяє підвищити достовірність оцінки математичного сподівання залежної змінної у порівнянні із застосуванням одновимірних нормалізуючих перетворень для таких даних. *Удосконалено* рівняння границь інтервалу передбачення нелінійної регресії на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B для негаусівських даних, що дозволяє зменшити ширину зазначеного інтервалу у порівнянні з використанням одновимірних нормалізуючих перетворень для таких даних. *Удосконалено* математичне моделювання залежної змінної нелінійної регресії на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B для негаусівських даних, що дозволяє виконувати відповідне моделювання без інформації про умовну щільність ймовірності залежної випадкової величини.

Список літератури.

1. **Джонстон, Дж.** Эконометрические методы. /Дж. Джонстон //Пер. с англ. и предисл. А.А. Рывкина. – М.: Статистика, 1980. – 444 с.
2. **Prykhodko, S.B**. Constructing non-linear regression equations on the basis of bivariate normalizing transformations / S. B. Prykhodko, N. V. Prykhodko, L. M. Makarova, O. O. Kudin, T. G. Smykodub // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2017. – Вип. 3(62). Т. 1. – С.333-337.

УДК 004.412:519.237.5

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ JAVA-СИСТЕМ З ВІДКРИТИМ КОДОМ ЗА РІВНЯННЯМ НЕЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ

Приходько С.Б., Кизима В.С., Приходько А.С.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Актуальність. При оцінюванні трудомісткості розробки програмного забезпечення (ПЗ) різноманітних систем, в тому числі і інформаційних систем з відкритим кодом, що базуються на мові JAVA, часто використовуються нелінійні регресійні рівняння (зокрема COCOMO II), які залежать в першу чергу від розміру ПЗ. Однак, як правило, розмір ПЗ на початковому етапі розробки не відомий, що потребує його оцінювання. В [1] для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом було запропоновано лінійне регресійне рівняння в залежності від трьох метрик концептуальної моделі даних. Але, як відомо, при побудові лінійних регресійних рівнянь необхідно виконання певних умов, зокрема залишки (residuals) або залежна змінна повинні бути розподілені за нормальним законом, що має місце лише в поодиноких випадках. А це веде до необхідності побудови нелінійних регресійних рівнянь.

Об'єкт, предмет та мета роботи. Об'єктом дослідження є процес оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом. Предметом дослідження є рівняння регресії для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом. Метою роботи є підвищення якості оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом.

Для досягнення мети в роботі були поставлені наступні **задачі**:

1. Проаналізувати існуючі рівняння регресії для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом.
2. Удосконалити рівняння регресії для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом.
3. Розробити програму для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом за удосконаленим рівнянням регресії.

Виклад основного матеріалу. Для побудови рівняння нелінійної регресії для оцінювання розміру програмного забезпечення для JAVA-систем з відкритим кодом на основі перетворення у вигляді десяткового логарифму були використані дані з метрик 30 таких систем [1]: перша метрика Y включає фактичний розмір програмного забезпечення в тисячах строк коду (KLOC), друга X_1 та третя X_2 метрики визначають відповідно загальну кількість класів і загальну кількість співвідношень у концептуальній моделі даних, а останньою четвертою метрикою X_3 є середня кількість атрибутів на клас, тобто відношення загальної кількості атрибутів у концептуальній моделі даних до X_1. У цих даних згідно з [2] не має викидів для рівня значимості 0,005.

Значення середньої величини відносної помилки (MMRE) та відсотка прогнозування (PRED (0.25)) для рівняння нелінійної регресії кращі (0,1441 і 0,8667) за відповідні значеннями для рівняння лінійної регресії з [1] (0,1734 і 0,7667). Значення множинного коефіцієнту детермінації для рівняння нелінійної регресії (0,9541) виявилося на 0,8% гіршим за відповідне значення для рівняння лінійної регресії (0,9621).

Висновки. В роботі удосконалено рівняння регресії для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом в залежності від трьох метрик концептуальної моделі даних на основі використання перетворення у вигляді десяткового логарифму, що дозволяє підвищити якість відповідного оцінювання в порівнянні з існуючими лінійними рівняннями за такими показниками як MMRE та PRED (0.25). Створено інформаційну технологію для оцінювання кількості строк коду JAVA-систем з відкритим кодом за удосконаленим рівнянням регресії.

Список літератури

1. **Hee Beng Kuan Tan, Yuan Zhao, and Hongyu Zhang,** Estimating LOC for information systems from their conceptual data models, in Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering (ICSE '06), May 20-28, 2006, Shanghai, China. – P.321-330.
2. **S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova, and K. Pugachenko,** Detecting Outliers in Multivariate Non-Gaussian Data on the basis of Normalizing Transformations, in Proceedings of the 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) «Celebrating 25 Years of IEEE Ukraine Section», May 29 – June 2, 2017, Kyiv, Ukraine. – P.846-849.

УДК 005.8: 628.4

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ ПОРТФЕЛЯ НАУКОМІСТКИХ ПРОЕКТІВ ПІДПРИЄМСТВА З УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ «ЕКОПІРОГЕНЕЗІС»

Савіна Оксана Юріївна
Маркіна Людмила Миколаївна
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Проблема утилізації твердих побутових відходів (ТПВ), які виникають, зокрема, в процесі експлуатації суден та при їх виготовленні, актуальна для всього світу і для нашої країни зокрема. Підприємства з утилізації відходів є унікальними та не дуже поширеними в Україні. Вони реалізують наукомісткі проекти та їх портфелі, які характеризуються високою науковою новизною та інноваційністю, що, в свою чергу ускладнюється багатогранністю відхилень, появою нових видів ризиків разом з підвищенням складності проектів. Тому, актуальною задачею є виявлення ризиків портфелів наукомістких проектів підприємств (ПНПП) з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезіс», яка ще не була вмиконана, та потребує проведення комплексної оцінки факторів можливих зовнішніх і внутрішніх загроз, небезпек технології, методів й інструментів.

Розглянемо ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезіс» на прикладі портфеля, який складається з п'яти наукомістких проектів (рис. 1): проект утилізації сухих ТПВ; проект утилізації вологих ТПВ; проект утилізації зношених автошин; проект модернізації лінії сортування ТПВ та проект будівництва нової лінії переробки ТПВ в рамках програми міста Миколаєва «Чисте місто». Всі вказані проекти об'єднані в портфель за ознакою наукомісткості, а отже і їх ризики будуть схожими, тому проведемо ідентифікацію ризиків відразу на рівні портфеля таких проектів, що в майбутньому дозволить проектним менеджерам, заощаджуючи час, одразу застосовуючи виявлені ризики на рівні портфельного управління, не розглядати ризики окремих проектів.

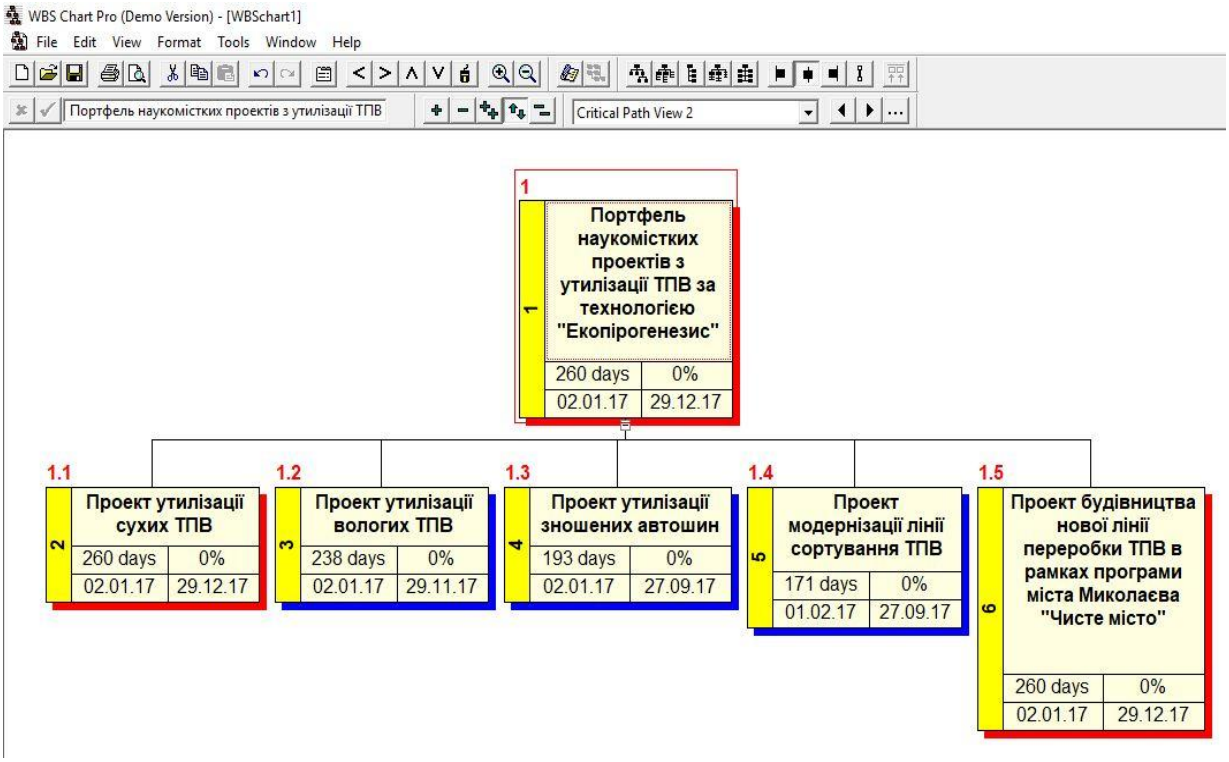


Рис. 1 – Структура ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезис»

Важливою складовою визначення ризиків ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезіс», є співпраця з гілками системи поводження з відходами, а саме: підприємствами зі збору та транспортування відходів; полігонами ТПВ; з прибирання вулиць та обслуговування парків; співпраця з населенням та підприємствами, постачальниками сировини; підприємствами-споживачами продукції; державними органами, які здійснюють контролюючу, природоохоронну функції, екологічний моніторинг, облік впливів та іншими.

Для ПНПП з сміттєпереробки, адміністративні чинники мають серйозні впливи, насамперед, це існуюча неузгодженість дій муніципальних, обласних, державних структур, які здійснюють контроль, нагляд і регламентацію діяльності підприємств - учасників ринку поводження з відходами. Зацікавленість стейкхолдерів ПНПП з сміттєпереробки в більшості сконцентрована на фінансовій дохідності, репутації підприємства та цінностях, які визначені кожним учасником для себе окремо. Все це впливає на досягнення

стратегічних цілей підприємства в цілому та служить джерелом виникнення нових ризиків в процесі прийняття управлінських рішень. Доповнюються ризики непрозорим контролем за дотриманням санітарно-екологічного законодавства й не забезпеченням відповідальності порушників, існуванням додаткових, дублюючих функцій і повноважень різних відомств, що перетинаються та в кінцевому результаті, призводять до непрозорості системи управління і контролю поводження з відходами та ускладнення ведення бізнесу в цій галузі. Окрім цього, наявні організаційні та технологічні причини малої ефективності екологічного моніторингу, які полягають у тому, що на сьогоднішній день існує мало сучасних технічних систем для екологічного моніторингу навколишнього середовища. Доповнюється вищесказане, дефіцитом персоналу необхідної кваліфікації та відповідного технічного й організаційного забезпечення, що не дає можливості розвитку бізнесу та сприяє зниженню потужностей виробництва.

Використовуючи основні положення управління ризиками проектів, їх інструментарій та методи, що викладені в PMBOK [1], проведено вивчення природи ризику з врахуванням впливу кожної складової та детальним змістовним описом типу ризику, з використанням методу причинно-наслідкової діаграми Ісікави [2] (рис. 2).

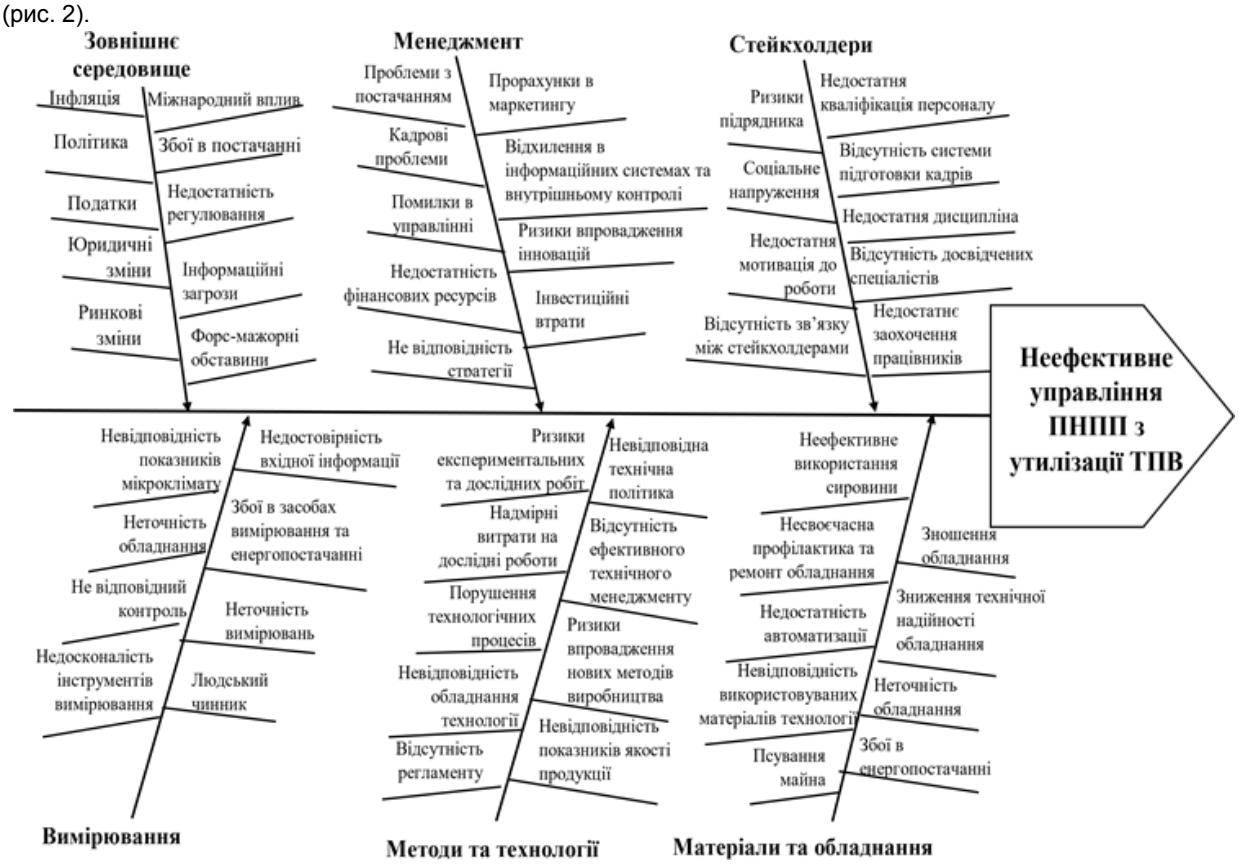


Рис. 2 – Діаграма Ісікави «Причини неефективного управління ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезис»

На основі особливостей наукомістких підприємств з утилізації відходів за технологією «Екопірогенезіс», специфіки управління їх наукомісткими проектами та портфелями, виходячи з класифікацій ризиків представлених в [1-3] й розробленої попередньо Діаграми Ісікави, можна ідентифіковані наступні групи ризиків за джерелом виникнення (Таблиця 1):

Прояв зазначених ризиків призводить до порушення строків реалізації ПНПП, перевитрат коштів, невиконання вимог до кінцевого результату, погіршення якості проекту, продуктів і послуг, що в свою чергу призводить до зменшення прибутку, а нерідко й до великих збитків. Протягом життєвого циклу ПНПП необхідно постійно проводити переоцінку ризиків та підвищувати ефективність управління портфелями наукомістких проектів, зосередивши зусилля на ризиках, що мають найвищий пріоритет.

Висновок: Існування ризиків для ПНПП з утилізації ТПВ є беззаперечним, а їх облік, аналіз та управління - нагальним і актуальним питанням сьогодення в умовах жорсткої конкуренції та відстоювання конкурентоспроможності на ринку. В результаті дослідження ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезіс», аналізу причин неефективного їх управління, вивчення природи ризиків з врахуванням впливу кожної складової джерела виникнення, виявлено 24 групи ризиків ПНПП, які потребують подальшого аналізу та вивчення.

Таблиця 1. Групи ризиків ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезіс»

Групи ризиків ПНПП з утилізації ТПВ за технологією «Екопірогенезіс»			
Зовнішні ризики		Внутрішні ризики	
1.	Ринкові ризики	13.	Кадрові ризики
2.	Інформаційні ризики	14.	Ризики управління
3.	Інфляційні ризики	15.	Фінансові ризики
4.	Податкові ризики	16.	Стратегічні ризики
5.	Політичні ризики	17.	Інноваційні ризики
6.	Ризики підрядника	18.	Наукові ризики
7.	Ризики постачання	19.	Виробничі ризики
8.	Регульовані ризики	20.	Технологічні ризики
9.	Міжнародні ризики	21.	Маркетингові ризики
10.	Юридичний ризик	22	Операційні ризики
11.	Соціальні ризики	23.	Технічні ризики
12.	Форс-мажорні ризики	24.	Інвестиційні ризики

Список літератури:

1. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (руководство PMBOK): 5 издание // Project Management Institute (PMI). The Standard for Portfolio Management - США, 2013 – 586 с.

2. Метод "Диаграмма Исикавы" Режим доступу: [https://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0019/]

3. **Савіна О.Ю.** Управління ризиками портфелів проектів наукомістких підприємств / О.Ю. Савіна, В.С. Харута // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2018. – Вип. 1(40) – С. 285-298.

УДК 005.8:62

МЕХАНІЗМ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЗІ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ З ПЛАЗМОХІМІЧНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА СТАДІЇ ЇХ ІНІЦІАЦІЇ

Бурунсуз Катерина Сергіївна
викладач кафедри «Облік і економічний аналіз» Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,

Міжнародні проекти розвитку енергетичних систем з використанням ПХЕ мають наступні особливості: високу соціальну значущість, необхідність в ряді випадків додаткових фундаментальних наукових досліджень, новаторський науково-технічний рівень продукції, обмежену кількість виконавців з різних країн. На теперішній час відсутнє комплексне розв'язання задач управління міжнародними проектами зі створення плазмохімічних елементів, недостатньо досліджено ризики, які виникають на основних їх стадіях, а також механізми управління ними, що призводить до неефективної реалізації відповідних проектів, нераціонального використання наявних ресурсів та впливає на енергетичну незалежність України.

Для успішного виконання міжнародних проектів зі створення енергетичних комплексів з плазмохімічними елементами необхідно вдосконалення механізмів управління проектами на стадії їх ініціації, які враховують ринкові невизначеності, пов'язані зі зміною цін на енергоносії, вартості електроенергії, що відпускається різним споживачам, витрат на оплату праці, а також ставок дисконтування тощо.

В якості процедури прийняття управлінських рішень та організаційного управління пропонується використовувати методологію імітаційного моделювання за методом Монте-Карло. Використання методу Монте-Карло для аналізу ефективності проектів зі створення ПХЕ ґрунтується на наступних етапах [1]:

Етап 1. Створення параметричної моделі $y = f(x_1, x_2, ..., x_q)$.

Етап 2. Генерація випадкового вхідного набору даних, $x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{iq}$.

Етап 3. Проведення розрахунків і запам'ятовування отриманих результатів y_i.

Етап 4. Повторення етапів 2 і 3 для i = 1 до n ($n \geq 5000$).

Етап 5. Аналіз результатів з використанням гістограм, інтервалів, інших статистичних показників, отриманих у результаті моделювання тощо.

В даному дослідженні імітаційне моделювання здійснювалось за допомогою візуального пакету програмного забезпечення Analytica Free 101 Edition компанії Lumina Decision Systems [2], що призначений для створення, аналізу і передачі кількісних моделей прийняття рішень. Цей продукт цікавий тим, що він поєднує в собі ієрархічні діаграми впливу для візуального створення різних моделей і інтелектуальних масивів при роботі з багатовимірними даними, моделювання методом Монте-Карло для аналізу ризику та невизначеності, а також розв'язання задач оптимізації, в тому числі за допомогою лінійного та нелінійного програмування.

В розрахунках, як і в роботі [3], приймалось, що парогазова установка (ПГУ) з плазмохімічною газифікацією має потужність 3943,61 кВт і ККД 27,43 % при розрахункових питомих капітальних витратах близько 817 дол. США на 1 кВт встановленої потужності, а традиційна ПГУ, що працює на природному газі, має потужність3588,9 кВт і ККД 35,06 % при питомих капітальних витратах 631 дол. США на 1 кВт встановленої потужності.

На рис. 1 наведено гістограми розподілу сумарного дисконтованого доходу для розглянутих типів ТЕС за 15 років експлуатації.

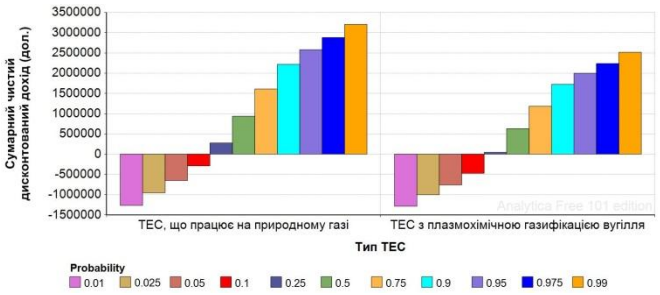


Рис 1. Розрахункові значення сумарного дисконтованого доходу в залежності від типу ТЕС

Найбільш ймовірні середні значення NPV (що відповідають максимальним величинам густини ймовірності) для цих теплових електростанцій становлять 951456 та 622662 дол. США відповідно.

В табл. 1 наведено результати статистичного аналізу індексу прибутковості енергоустановок ТЕС, що працюють на природному газі та з плазмохімічною газифікацією вугілля за 15 років експлуатації. Найбільш ймовірні середні значення індексів прибутковості PI для цих теплових електростанцій становлять 1,4199 і 1,1933 відповідно. Відмітимо, що чим вище значення PI, тим проект має більший потенціал в плані прибутковості.

Таблиця 1. Результати аналізу індексу прибутковості за методом Монте-Карло

Значення	ТЕС, що працює на природному газі	ТЕС з плазмохімічною газифікацією вугілля
Мінімальне	-0,1543	0,2791
Медіанне	1,4142	1,196
Середнє	1,4199	1,1933
Максимальне	3,0981	2,0465

Відзначено, що раніше в роботі [3] була проведена вартісна оцінка проекту створення комплексу з плазмохімічної переробки вугілля без урахування можливих ризиків, пов'язаних з ймовірним характером зміни експлуатаційних витрат та вартості електроенергії, що відпускається, протягом всього періоду корисного використання ТЕС. Було отримано, що розрахунковий індекс прибутковості для парогазової установки з внутрішньоцикловою плазмохімічною газифікацією дорівнює 1,31, в той час як для установки, що працює на природному газі, вищий і дорівнює 1,46. Таким чином урахування ризиків, обумовлених невизначеністю цін на енергоносії, а також вартості відпускної електроенергії, призводить до зменшення індексу прибутковості для ТЕС, працюючих на природному газі та з плазмохімічною газифікацією, відповідно на 2,7 та 8,9 % відносних за 15 років експлуатації енергокомплексів.

На рис. 2 показано розподіл кумулятивної ймовірності індексів прибутковості для досліджуваних ТЕС.

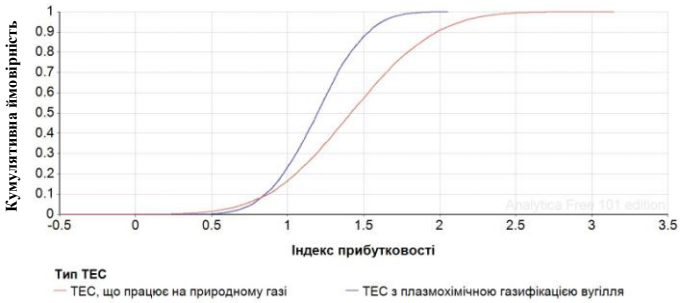


Рис. 2. Розподіл кумулятивної ймовірності індексів прибутковості

Представлений розподіл показує, що значення PI > 1,0 (тобто проект прибутковий) для ТЕС на природному газі очікуються з ймовірністю більше 83 %, а для ТЕС з плазмохімічною газифікацією вугілля з ймовірністю 76 % (за 15 років експлуатації енергокомплексів).

Висновки. Вдосконалено механізм управління проектами зі створення енергетичних комплексів з плазмохімічними елементами на стадії їх ініціації в умовах невизначеностей та ризиків з використанням методу Монте-Карло. Проведено оцінку економічної ефективності інвестиційного проекту впровадження плазмохімічної технології на тепловій електростанції.

Література

1**. Platon V.** Monte Carlo Method in risk analysis for investment projects. [Text] / V. Platon, A. Constantinescu // Procedia Economics and Finance: Publisher Elsevier Ltd, 2014. – № 15. – Pp. 393-400.

2. Lumina Decision Systems [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.lumina.com/why-analytica.

3. **Бурунсуз К.С.** Вартісна оцінка інвестиційного проекту створення енергетичного комплексу з плазмохімічної переробки вугілля [Текст] / К.С. Бурунсуз, Н.О. Гончарова // Зб. наук. праць: Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2016. – № 28. – С. 33 – 40.

РОЗПІЗНАВАННЯ КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ КОРИСТУВАЧА ВИКОРИСТОВУЮЧИ ЕЛІПС ПЕРЕДБАЧЕННЯ

Модестов М.О.,
Приходько С.Б.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

На даний момент у галузі програмної інженерії існує проблема якості авторизації користувачів при роботі за комп'ютером. Традиційними способами авторизації користувача основані на використанні приладів, таких як електронні ключі мають істотні недоліки. Недоліки подібних систем авторизації полягають у тому, що вони не дають можливості переконатися в розпізнаванні особистості. Даний недолік не виникає при використані біометричних методів ідентифікації особистості[1]. Одним із способів біометричної авторизації є авторизація за клавіатурним почерком. Методи розпізнавання клавіатурного почерку можна розділити на 3 категорії:

- методи, що аналізують почерк під час введення паролю;
- методи, що аналізують почерк після введення фрагменту або фрази;
- методи, що постійно проводять скритий моніторинг клавіатурного почерку користувача.

Достовірність авторизації використовуючи клавіатурний почерк можна визначити за вірогідністю коректного розпізнання користувача, але більшість алгоритмів використовують математичну модель, що має менше ніж 90-95% вірогідність коректного розпізнання. Наприклад, використовують еліпс передбачення або довірчий еліпс, але їх застосування потребує того, щоб розподіл даних був гаусівським [2], що для більшості випадків не виконується.

Це є однією з причин низької достовірності розпізнавання клавіатурного почерку. Таким чином, існує необхідність вдосконалення моделі, що використовується для розпізнавання клавіатурного почерку для покращення вірогідності коректного розпізнання користувача.

Покращити вірогідність розпізнавання користувача та позбутися залежності від гаусівських даних при використані математичних моделей довірчого еліпсу та еліпсу передбачення можна використав їх трансформований варіант[3].

Висновки:

- потреба у вдосконаленні існуючих засобів біометричної авторизації користувача;
- особливості існуючих засобів не дозволяють використати їх на не гаусівських даних;
- одним із засобів покращення існуючих математичних моделей є використання їх трансформованих варіантів.

Таким чином є необхідність удосконалення математичної моделі довірчого еліпсу для авторизації користувачів використовуючи клавіатурний почерк.

Література:

1. **Иванов А. И.** Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений [Текст] / Иванов А. И – Пенза: ПТУ, 2000. – 188 с.
2. **Приходько, С.Б.** Доверительный интервал нелинейной регрессии времени восстановления работоспособности устройств терминальной сети [Текст] / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Математика и кибернетика – прикладные аспекты. – Т. 3/4 (69). – Харьков: ЧП «Технологический центр», 2014. – С.26-31.
3. Constructing the transformed prediction ellipses on the basis of normalizing transformations for bivariate non-gaussian data [Текст] / S. Prykhodko, N. Prykhodko, O. Kudin, T. Smykodub // Проблеми Інформаційних Технологій # 21 , 2017.

УДК 004.942

АНАЛІЗ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ ТА ВИДІВ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ПІД ЦІ ПЛАТФОРМИ

Михелєв І. Л., Варзарь С. О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Аналітики прогнозують стрімке зростання ринку мобільних додатків вже в цьому десятилітті, оскільки у всьому світі зростає попит на портативні засоби зв'язку – смартфони і планшети, які без додаткових програм наділені досить мізерним функціоналом. Незначна кількість встановлених додатків змушує користувачів розширювати можливості своїх пристроїв за допомогою контенту GooglePlay або AppStore в залежності від їх платформи. За оцінками, сумарний обсяг ринку має всі шанси скласти $102 млрд вже до кінця 2020 року, що означає дворазове зростання з кінця 2015 року. На цьому фоні для розробників мобільного програмного забезпечення (ПЗ) зростає актуальність пошуку ефективних технологій для створення мобільних додатків, що зможуть надати всі необхідні інструменти для створення якісного програмного забезпечення [1].

Мета роботи полягає у пошуку найбільш ефективної технології створення програмного забезпечення під мобільні операційні системи Android та iOS на основі аналізу і відбору найкращих варіантів на основі заданих критеріїв: термінів виконання, грошових ресурсів та кваліфікації розробників. Економічні затрати на розробку є одним з головних критеріїв при виборі технологій створення додатків до мобільних операційних систем Android та iOS [2]. Найбільш вдалим вибором можна вважати крос-платформні технології. Розробка з використанням їх інструментів дає можливість охопити обидві мобільні операційні системи (ОС), при економічних затратах рівним створенню додатку лише під одну ОС. Також, використання крос-платформних технологій дозволяє вивести швидкість роботи додатку на дуже високий рівень, що є не менш важливим критерієм [3].

Вибір фреймворку як основного інструменту розробки напряму залежить від типу проекту і поставленої задачі по його реалізації. Тому слід виділити не окремі критерії, а їх групи, що дозволить здійснити найбільш точний відбір. Оскільки поточні претенденти всі мають безкоштовні версії, то критерій затрат на розробку було відкинуто. При аналізі розглядаються крос-платформні фреймворки, тому що вони охоплюють максимальну кількість мобільних платформ. З урахуванням переваг і недоліків кожного фреймворку складено кінцеву таблицю для аналізу технологій (таблиця 1).

Оптимальним результатом аналізу є вибір двох кращих фреймворків з урахуванням комплексності (розміру) проектів з якими вони будуть використовуватись та супутніх параметрів, таких як вимоги до знання технології, час компіляції та розгортання, складність модифікації під різні ОС, підтримка нативних функцій платформи, кількість вбудованих інструментів для розробки і підтримуваних мов програмування та можливість розширення фреймворку. За даними таблиці 1 можна зробити висновок, що для розробки складних мобільних додатків кращим виявився фреймворк QT, через його швидкодію, час розгортання та кількість вбудованих інструментів. Для створення простих додатків кращим безсумнівно можна вважати PhoneGap, через підтримку найбільшої кількості мов програмування, швидкодію при розробці невеликих програм та можливість використання без знання самого фреймворку.

Подальші дослідження пов'язані з аналізом платних рішень для розробки програмного забезпечення.

Таблиця 1. Порівняння фреймворків

Критерії	PhoneGap	Qt	Appcelerator Titanium
Швидкодія складних додатків	Низька	Висока	Середня
Швидкодія простих додатків	Висока	Висока	Висока
Вимоги до знання фреймворку	Відсутні	Високі	Середні
Час компіляції та розгортання	Довго	Швидко	Швидко
Складність модифікації під різні платформи	Мінімальна	Мінімальна	Середня
Підтримка нативних функцій	Мінімальна	Повна	Значна
Кількість вбудованих інструментів для розробки	Висока	Висока	Низька
Кількість підтримуваних мов програмування	6	2	4
Можливість розширення фреймворку	+	–	–

Висновок. Обґрунтовано критерії вибору оптимальних технологій створення програмного забезпечення під мобільні операційні системи Android та iOS, на основі яких для крос-платформної розробки обрано технології PhoneGap та QT.

Список літератури:

1. **Соколова В.В.** Вычислительная техника и информационные технологии. Разработка мобильных приложений. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 175 с.
2. **Голощапов А.Л.** Google Android: программирование для мобильных устройств. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.
3. **Парамонов И.В.** Разработка мобильных приложений для платформы Android. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. – 88 с.

УДК 519.6

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ НЕ-ФАКТОРІВ В ЗАДАЧІ БІНАРНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ

Пономаренко Т. В., к.т.н, доцент кафедри ПЗАС НУК
Фролов К. А., студент кафедри ПЗАС НУК

Однією з задач, які ставляться перед розробником інформаційних систем є виділення значимої інформації серед неоднорідної множини об'єктів, якими представлено інформаційне середовище, що систематизується. На прикладі інформаційної системи сайту, який розроблено для класифікації акційних пропозицій, зібраних з багатьох інтернет ресурсів, актуальною є задача виділення серед усіх пропозицій найбільш релевантних за певними атрибутами.

При наявності великої кількості інформації про об'єкти, можливе використання алгоритмів 1R та Байєса для класифікації даних, які дозволяють проводити аналіз даних с високою точністю, але використання таких алгоритмів для аналізу малої вибірки призведе до появи хибних висновків через велику частку аномальних значень, які складно виділити серед загальної множини, що знижує ефективність нормалізації даних.

Інформаційні системи з невеликим обсягом даних можна охарактеризувати наявністю такої властивості інформації, як "неточність". Для аналізу даних в таких системах доцільним є використання теорії грубих множин [1,2] (ТГМ). ТГМ дозволяє обробляти знання, яким притаманна така властивість незнання, як не-фактор неточності [3].

База знань у цій теорії визначається як $K = (U, R)$, де U - універсум елементів і R - відношення еквівалентності, на основі якого можуть бути виділені класи еквівалентності елементів U (позначаються IND (R)). У кожну категорію включаються елементи, які володіють однаковими

значеннями класифікаційних ознак (атрибутів). Усередині кожної категорії елементи вважаються еквівалентними.

Елементи універсуму класифіковані за категоріями на основі відношення еквівалентності *R*. Якщо ми візьмемо цільову множину елементів *X*, то щодо класифікації IND (*R*) можуть бути розглянуті наступні ситуації:

1. Множина *X* є об'єднанням деяких категорій з IND (*R*). У цьому випадку множина *X* називається *R* - точною.

2. Множина *X* не може бути виражене як об'єднання деяких категорій IND (*R*). У цьому випадку множина *X* називається *R* - неточною або *R* - грубою.

В рамках дипломної роботи розглядається сайт для класифікації акційних пропозицій. Інформаційними об’єктами є пропозиції, вони мають наступні атрибути:

- розмір знижки (відсотки);
- час до початку знижки (кількість діб);
- час до кінця знижки (кількість діб);
- час з початку терміну дії знижки (кількість діб);
- середня ціна на товар (грн)

Граничні значення класів еквівалентності та їх коефіцієнти задаються адміністратором системи (який виступає в ролі експерта).

Для кожного з атрибутів адміністратор системи визначає коефіцієнт значимості. Така система дозволить зменшити вірогідність ситуації, коли через неточно задані параметри системи один з атрибутів, за якими проводиться класифікація, стає надто значимим, що призводить до того, що інші атрибути перестають впливати на результат.

Процес класифікації складається з двох етапів.

На першому етапі визначається значення функції актуальності кожного з об’єктів:

1. Для кожного з атрибутів об’єкту визначається клас еквівалентності.
2. Функція актуальності об’єкта повертає значення суми коефіцієнтів його класів еквівалентності помножених на коефіцієнти значимості атрибутів.
3. Об’єкти ранжуються за значенням функції актуальності.

Другий етап полягає в переході від ранжування до чіткої класифікації з двома класами (актуальні та неактуальні) – задача бінарної класифікації [4]. За пропорціональним методом визначається граничне (порогове) значення функції актуальності, за яким множина об’єктів розбивається на два класи.

Для прикладу серед загальної кількості акційних пропозицій було обрано 10 пропозицій з різними значеннями атрибутів, данні про які представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дані про атрибути акційних пропозицій

Ідентифікатор	Діб до почутку дії	Діб з моменту початку дії	Діб до кінця дії	Розмір знижки	Середня ціна на товар
7616	0	24	127	50	100
7618	0	55	127	3	1000
7620	9	0	16	20	5000
8055	10	0	127	35	10000
8136	0	16	76	40	3000
9979	0	15	16	35	50
10022	17	0	46	50	1500
10049	14	0	47	60	1000
10073	0	45	16	35	1000
10117	0	22	9	25	5000

Терміни дії акційних пропозиції та розмір знижки визначається під час парсингу інформації про пропозиції та редагується модератором системи, який також визначає середню ціну за товар на який діє знижка. Адміністратором системи виконується налаштування граничних значень класів еквівалентності, коефіцієнтів кожного з класів еквівалентності та коефіцієнтів значимості атрибутів.

Дані про коефіцієнти значимості атрибутів представлені у таблиці 2.

Дані про коефіцієнти класів еквівалентності, які система визначила для кожного зі значень атрибутів пропозицій представлені у таблиці 3.

Таблиця 2 – Дані про коефіцієнти значимості атрибутів

Атрибут	Коефіцієнт значимості
Діб до почутку дії	0,123
Діб з моменту початку дії	0,117
Діб до кінця дії	0,185
Розмір знижки	0,356
Середня ціна на товар	0,219

Таблиця 3 – Дані про коефіцієнти класів еквівалентності

Ідентифікатор	Діб до почутку дії	Діб з моменту початку дії	Діб до кінця дії	Розмір знижки	Середня ціна на товар
7616	3	2	1	3	1
7618	3	1	1	1	2
7620	2	3	2	2	3
8055	2	3	1	2	3
8136	3	2	2	2	3
9979	3	2	2	2	1
10022	2	3	1	3	2
10049	2	3	1	3	2
10073	3	1	2	2	2
10117	3	2	3	2	3

Для кожної пропозиції система рахує суму добутків коефіцієнтів класів еквівалентності помножених на відповідні коефіцієнти значимості атрибутів. Дані про отримані значення актуальності акційних пропозиції представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Дані про значення функції актуальності пропозицій

Ідентифікатор	Значення функції актуальності
7616	2,075
7618	1,465
7620	2,336
8055	2,151
8136	2,342
9979	1,904
10022	2,288
10049	2,288
10073	2,006
10117	2,527

За значеннями функції актуальності система шукає n найбільш актуальних акційних пропозицій кожного дня, та формує електронні листи з інформацією про ці пропозиції. Кількість пропозицій визначається адміністратором системи.

Для оцінки ефективності роботи алгоритму пошуку актуальних акційних пропозиції кожного дня рахувалася кількість переходів користувачів за посилання в інформаційних листах. За тиждень роботи системи без алгоритму пошуку (пропозиції обиралися випадково) за посиланнями біло здійснено приблизно 240 переходів. За тиждень роботи системи з новим алгоритмом підбору пропозиції користувачами біло здійснено приблизно 310 переходів. Підвищення середньої кількості переходів користувачів за посиланнями в інформаційних листах з пропозиціями свідчить про те, що вони знайшли для себе більше цікавих пропозицій ніж раніше, що призвело до більшої відвідуваності сайту.

Висновки. Використання теорії не-факторів та теорії грубих множин дозволяє зменшити неточність бінарної класифікації, що призводить до підвищення адекватності моделі класифікації, яка використовуються в системі класифікації акційних пропозицій.

Список використаної літератури

1. **Коваленко И.И.** Сравнительный анализ методов моделирования некоторых НЕ–факторов / И.И. Коваленко, А.В. Швед, А.В. Мельник, Е.С. Пугаченко // Вісник ЧДТУ – Черкаси, 2015. – № 1. – С. 43-50.
2. **Ужга-Ребров О.** Особливості подання знань в теорії грубих множин / О.Ужга-Ребров // Environment. Technology. Resources Proceeding of the 7 International Scientific and Practical Conference, 2009. - Vol. 2 - Pp. 169 - 175.
3. **Нариньяни А. С.** Инженерия знаний и НЕ-факторы [Електронний ресурс] / А. С. Нариньяни // Новости искусственного интеллекта. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: http://www.computer-museum.ru/frgnhist/ne-faktor.htm.
4. Ранжирование и четкая классификация [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://pidruchniki.com/71832/informatika/klassifikatsiya.
5. **Боев В.** Классификация моделей и моделирования по признаку "способ реализации модели" [Електронний ресурс] / В. Боев, Р. Сыпченко – Режим доступу до ресурсу: https://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/lecture/11351?page=2.

УДК 519.6

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ RASPBERRY PI У ПОБУДОВІ РОЗПОДІЛЕНИХ КЛАСТЕРІВ

Пономаренко Тетяна Вікторівна, к.т.н., доцент
Сізов Костянтин Володимирович, студент
НУК ім. адмірала Макарова, Миколаївська область, м. Миколаїв

У розподілених обчислювачах виділяють планування на рівні додатків і планування потоків незалежних завдань. У GRID перший підхід асоціюється з брокер-орієнтованою моделлю, а другий – з використанням матапланіровщіков в рамках віртуальних організацій. Модель планування завдання – бесконтурний орграф, вершини якого відповідають завданню, а дуги - інформаційним і логічним зв'язкам. Проблема планування в цій моделі полягає в обчисленні NP-повної для однорідних обчислювальних середовищ. Наявність конкуруючих потоків, завдань тощо ускладнюють ефективне планування і розподіл ресурсів. Актуальним напрямком розвитку та одним з шляхів вирішення проблеми може бути застосування розподілених обчислень для зменшення навантаження у кластерах. Мета дослідження визначення ефективності застосування розподілених обчислень за допомогою Raspberry Pi у побудові розподілених кластерів, що дасть змогу при використанні порівняно недорогих пристроїв та нескладного програмного забезпечення знизити навантаження на серверне обладнання.

Оптимізаційна задача циклічного планування полягає в максимізації або мінімізації критеріїв при заданих обмеженнях на інші критерії або пошуку оптимальної стратегії пошуку. Для планування пакету завдань в циклічному плануванні необхідно для кожного завдання позначити N-у кількість альтернативних вікон які не накладуютья один на одного, щоб не відбувалася конкуренція за ресурси. В упереджувальному плануванні використовується подоба заготовки для генерації альтернативних планів стосовно рішення після якого можна буде вибрати найбільш оптимально-допустимий план, який відповідає рішенню поставленого завдання.

Головні відмінності упереджувального планування полягають у:

4. відборі допустимих альтернатив, що виконується для кожного завдання без можливих перетинів завдань та наборі альтернатив, що відображає всі можливі сценарії виконання завдання;
5. можливому використані комбінації альтернатив, де отримане рішення використовується як опорне для пошуку плану.

Формування допустимого значення проводиться за допомогою альтернатив, відібраних на першому етапі. Це можливо завдяки реплікації, суть якої полягає в відшукування і резервування допустимих альтернатив для виконання завдання. В основі реплікації закладена можливість модифікації базового (оригінального) алгоритму підбору і пошуку слотів. У підсумку: суть завдання планування потоків завдань зводиться до пошуку плану розподілу завдань по ресурсах з мінімальною кількістю обчислювальних вузлів з мінімізацією часу рішення для задоволення потреб користувачів[1].

Розподілені обчислення передбачають розподіл обчислювальної проблеми на кілька паралельних завдань, які будуть виконуватися двома або більше комп'ютерами в мережі, що утворюють розподілену систему – GRID[3].

Суть GRID-технології в тому, щоб звичайні комп'ютери, з'єднані в звичайну мережу, перетворити за допомогою тільки лише програмного забезпечення в єдиний обчислювальний ресурс, що нагадує кластер і здатний вирішувати великі завдання[2].

Сьогодні існує кілька таких великомасштабних розподілених обчислювальних проектів, які охоплюють різні сфери, які в свою чергу дозволяють взяти участь комп'ютерам з усього світу. Багато таких проектів уже працюють протягом декількох років. Це демонструє як розвиваються і наскільки великими можуть бути обчислювальні завдання в наші дні.

Завданням поставленого дослідження було побудувати розподілений обчислювальний кластер за допомогою Raspberry Pi, що ненаг. В якості експериментальної бази було обрано створення кластера з декількох Raspberry Pi підключених за допомогою кабелю Ethernet.

Під'єднавши 2 Raspberry Pi за допомогою кабелю Ethernet і виконавши завдання сортування злиттям на великому масиві елементів, ми дізнаємося, що виконання завдання тільки на одному Raspberry Pi займає близько 24 секунд.

Для розподілу завдання між двома Raspberry Pi ми повинні встановити IP-адреси для кожного Raspberry Pi окремо, після чого ми можемо виконати сортування вже с використанням двох Raspberry Pi. Після виконання сортування ми побачили, що час виконання завдання знизився до 16 секунд, що нажаль не є 2-кратним зниженням через накладні витрати при обробці та передачі даних між двома пристроями. Можливо, це збільшення прискорення буде більш помітним з використанням більшої кількості Raspberry Pi, підключених через концентратор, у подальшому плануються провести і цей експеримент.

Висновки. За результатами проведенного експерименту можна зробити висновок, що даний підхід до реалізації кластеру підвищує швидкість обробки даних на 16 %, але ефекитвність може бути ще підвищена шляхом апаратної модернізації, що полягає в збільшенні кількості Raspberry Pi, що входять до складу кластера та підключення через концентратор, програмне забезпечення, що створено у ході експеримента працює швидко, безвідмовно і модернізації не потребує.

Література:

3. Аналіз стану досліджень в області методів і алгоритмів планування в ГРІД і хмарні обчислення – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL : https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-sostoyaniya-issledovaniy-v-oblasti-metodov-i-algoritmov-planirovaniya-v-grid-i-oblachnyh-vychisleniyah. – Загол. з єкрану.
4. Огляд технологій розподілених обчислень – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL : https://cyberleninka.ru/article/v/obzor-tehnologiy-raspredelennyh-vychisleniy. – Загол. з єкрану.
5. Розподілені обчислення за допомогою Raspberry Pi – [Електронний ресурс] – Режим доступу : URL : http://isearch.kiev.ua/ru/searchpracticeru/-methodsinstruments/1820-distributed-computing-using-raspberry-pi. – Загол. з єкрану.

УДК 004.94

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Гайда Анатолий Юлианович,
Фарионова Татьяна Анатольевна,
Слободян Сергей Олегович,
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Николаев, Украина,

Управление социальными, экономическими, отдельными техническими и другими системами сопряжено с известной сложностью их моделирования. Для динамических систем эта сложность определяется зависимостью реакции системы от ее текущего состояния. При этом определение текущего состояния системы также может осуществляться по ее реакции на управляющие или другие воздействия, т.е. – по косвенным признакам [1]. Это затрудняет или делает невозможным прогнозирование реакции системы на управляющие воздействия и, как следствие, формирование алгоритмов эффективного управления [2].

Целью работы является повышение эффективности управления динамическими системами на основе адаптивных моделей системы, позволяющих прогнозировать реакцию системы на управляющие воздействия и формировать управление, эффективное с точки зрения поведения системы.

Поведение динамических систем принято описывать линейными неоднородными дифференциальными уравнениями *n*–го порядка или системами из *n* дифференциальных уравнений, определяющими модели “вход – выход” или “вход – состояние – выход”. Решением таких уравнений является искомая функция, зависящая от времени и текущего состояния системы, содержащая две составляющих – общее и частное решения. В теории управления они известны как свободная и вынужденная составляющие переходного процесса. Свободная составляющая определяет поведение системы, а вынужденная – ее реакцию на внешние воздействия.

Для решения задач прогнозирования разработаны различные методы, в том числе экспертных оценок, экстраполяции, скользящих средних, временных рядов, прогнозирования на основе интеллектуального анализа данных, нейросетового прогнозирования и другие. Выбор тех или иных методов определяется характером выборок данных, на основании которых предполагается формировать прогноз, их полнотой, точностью и другими аспектами.

Рассмотрим возможность решения задачи построения алгоритма эффективного управления в динамической системе на примере системы активного виброгашения. В качестве такой системы выберем установку, на которую воздействует источник вибрации. Под действием вибрации происходит смещение центра масс установки. Усилие вибрации приложено к амортизатору (апериодическое звено) с конструктивно заданной жесткостью и коэффициентом демпфирования.

В простейшем случае, математическая модель такой идеальной системы может быть представлена в виде:

$$Ty'(t) + y(t) = kx(t),$$

где: $y(t)$ – выходная величина; $x(t)$ – входная величина; k – коэффициент усиления; T – постоянная времени, характеризующая инерционность.

В операторном представлении зависимость между входным и выходным сигналами, а также передаточная функция системы могут быть записаны в виде:

$$Tpy(p) + y(p) = kx(p)$$

$$W(p) = \frac{k}{Tp+1}$$

В точке соединения амортизатора с опорой установлен датчик давления, информация с которого поступает на систему управления, которая должна сформировать сигнал актуатору, противодействующему вибрации. В идеальном случае актуатор должен полностью компенсировать усилие, развиваемое источником вибрации, т.е.:

$$y_a(t) + y_v(t) = 0\ ,$$

где: $y_a(t)$ – выходное воздействие актуатора; $y_v(t)$ – выходное воздействие источника вибрации.

В ситуации, когда текущее состояние системы и ее реакция на воздействие известны, управляющее воздействие на актуатор в каждый момент времени могло бы быть определено решением системы дифференциальных уравнений, описывающих систему. В действительности износ амортизатора, изменение массы установки и прочие факторы определяют изменчивость параметров *k* и *T* математической модели системы, что делает невозможным эффективное применение модели при формировании управляющего сигнала. Таким образом для решения задачи управления необходимо моделировать как передаточную функцию, так и реакцию системы на управляющие воздействия.

Определим передаточную функцию *W* системы в дискретном виде:

$$y_{t+1} = W(y_t, x_{t+1})$$

Такая передаточная функция может быть задана средствами искусственных нейронных сетей (ИНС). Тогда, учитывая адаптивные возможности ИНС [3], задача выбора эффективного управления может быть решена на основе результатов прогнозирования реакции установки на внешнее воздействие. Обучение нейронной сети может быть выполнено на основе тестового сигнала актуатору и косвенных данных о состоянии установки, на которую воздействуют источник вибрации и актуатор. Тестовый сигнал актуатору может быть сформирован путем линейного преобразования сигнала с датчика давления. При этом передаточную функцию обученной ИНС, осуществляющей прогнозирование, можно рассматривать как передаточную функцию моделируемой системы.

Получив передаточную функцию и зная желаемое поведение установки (полное подавление вибрации) необходимо решить обратную задачу управления актуатором – найти такое воздействие x_t на актуатор, при котором он сможет компенсировать усилие, развиваемое источником вибрации:

$$x_{t+1} = R(x_t, y_t)$$

Решение этой задачи также осуществлено средствами ИНС.

На рис. 1 представлены сигнал с датчика давления при отключенном и подключенном актуаторе. Как видно из рисунка, подключение актуатора привело к значительному уменьшению амплитуды колебаний, что свидетельствует о высокой эффективности управления в системе активного виброгашения. На рис. 2 представлены фазовые характеристики передаточной функции системы. Здесь идеальной была бы характеристика, имеющая вид прямой, проходящей через центр координат (при отсутствии возмущения выходной сигнал отсутствует) и пересекающая 2–й и 4–й квадранты. Как видно из рисунка, полученная в результате активного виброгашения характеристика близка к идеальной.

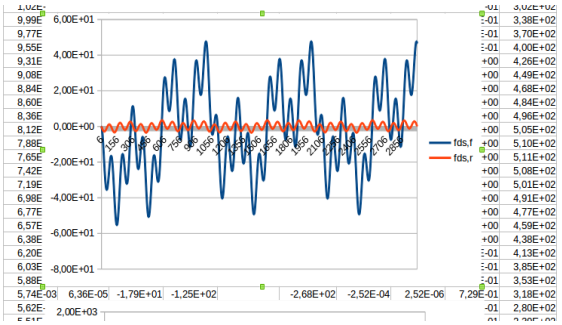


Рисунок. 1 – Сигнал с датчика давления при отключенном (большая амплитуда) и подключенном (малая амплитуда) актуаторе

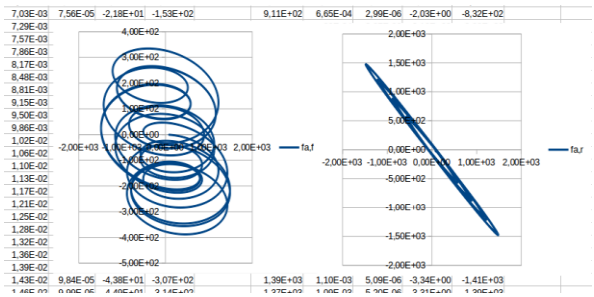


Рисунок 2 – Фазовая характеристика установки при отключенном (слева) и подключенном (справа) актуаторе

Полученные решения могут быть применены при управлении динамическими системами, для которых построение их передаточных функций сопряжено с определенными трудностями моделирования или вычислений.

К преимуществам предложенного подхода можно отнести возможность уточнения передаточной функции системы в процессе управления путем переобучения ИНС и/или уточнения модели путем формирования обучающей выборки на основе расширенного набора измеренных значений.

В целом поставленная в работе задача решена. К недостаткам предложенного решения следует отнести ограничения, связанные с временем обучения и вычислений на ИНС, а также наличие погрешности в сформированном сигнале управления, определяемой особенности

Литература

1. **Гайда, А. Ю.** Механизмы эффективного управления проектами в организационных системах с нечетко выраженными состояниями [Текст] / А.Ю. Гайда, Т.А. Фарионова, М.В. Ворона // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 28. – С. 116 – 122.

2. **Гудвин, Г. К.** Проектирование систем управления [Текст] / Г. К. Гудвин, С. Ф. Гребе, М. Э. Сальгадо – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. –911 с.

3. **Карпов, Л. Е.** Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов [Текст] / Л. Е. Карпов, В. Н. Юдин. – М: Труды Института Системного Программирования РАН, 2007, т. 13, ч. 2, – С. 37-57.

УДК 681.3.06

СТВОРЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ МОДЕЛІ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Конотоп Дмитро Ігорович
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)

Створення складних технічних об'єктів (СТО, як-от: об'єкти наукоємного машинобудування, котрі характеризуються кількістю елементів та зв'язків, що дорівнює 10^6 і більше: кораблі, літаки, ракетні апарати, автомобілі та ін.) – процес, що містить складні об'єкти та моделі, тривалі процеси і спирається на наявні стандарти та інформаційні технології (ІТ), серед котрих істотне місце займають ІТ неперервної інформаційної підтримки життєвого циклу (ЖЦ) СТО (CALS) [1]. Використовуючи компоненти технології CALS, розробляються та досліджуються моделі, котрі відображають різні сторони структури та функціонування СТО та є системою, з котрою працюють, щоб розв'язати комплекс невирішених задач із забезпечення: зв'язку між моделями; етапами створення СТО та поєднання компонентів технології CALS, що є надзвичайно актуальною науковою задачею, котра дозволить знизити терміни створення та зменшити вартість СТО.

При створенні СТО необхідний постійний контроль за розробкою ІТ. Для цього розроблено модель оцінки необхідності внесення змін в існуючі ІТ, використовуючи SWOT-аналіз. Створюється експертна комісія з N експертів. Для визначення стратегії подальших дій зі створення ефективної ІТ створення моделей СТО експерти заповнюють матрицю впливів можливостей (S) на переваги (O). На перетині S з O проставляється експертна оцінка їхнього взаємного впливу (e_{ij}) в балах від "0" – "вплив відсутній" до "5" – "вплив дуже сильний". Підсумкова сума балів по стовпцях показує пріоритетність урахування того чи іншого чинника при виборі стратегії: $E_j = \max_j \sum_{i=1}^{n_S} e_{ij} \; (j = \overline{1, n_O})$, де e_{ij} – елемент матриці визначення оптимальної можливості, n_O – кількість можливостей, n_S – кількість переваг. [2] В результаті, ранжування можливостей набуває вигляду: $O_1<O_3<O_2<O_5<O_4$, що показує: найбільше значення при впровадженні ІТ створення СТО має доопрацювання існуючих ІТ створення моделей СТО для підвищення конкурентоспроможності та продовження ЖЦ моделей СТО. На основі отриманої експертної оцінки розробляється метод знання-орієнтованого моделювання СТО, який доповнює та розширює наявний метод інтегрованого моделювання та комп'ютерного проектування і технологію паралельного проектування PLM для підвищення їхньої ефективності в процесі створення моделей СТО.

Досліджено та розроблено концепцію створення узагальненої моделі СТО (M_U), що складається з набору моделей СТО, отриманих з компонентів CALS різних етапів ЖЦ СТО:

$M_U = \{M_G, M_W, M_A, M_{CC}, M_S, M_{PP}, M_T, M_E\}$,

де M_i – моделі: геометрична; вагова; аеродинамічна; компонування та центрування (К/Ц); міцності; силової установки (СУ); технологічності; економічна відповідно.

Кожна модель компонента СТО описується власним набором параметрів, і представлений у вигляді сукупності: $m_i = f(P_i)$, де P_i – параметри моделей: $P_i = \bigcup_{i=1}^{n} p_i$. Задача об'єднання моделей зводиться до вибору таких значень параметрів, при котрих СТО буде відповідати вимогам ТЗ та різних етапів моделювання. При цьому параметри моделей СТО мають відповідати обмеженням: $p_i^{\min} \le p_i \le p_i^{\max}$.

Узагальнена модель СТО описується наступними типами зв'язків (σ_{M_U}): $\sigma_{M_U} = \{\sigma_{M_U 1}, \sigma_{M_U 2}, \sigma_{M_U 3}\}$, де представлено зв'язки: 1). $\sigma_{M_U 1}$ – структурні (схема процесу створення узагальненої моделі СТО); 2). $\sigma_{M_U 2}$ – причинно-наслідкові (онтологічна схема створення узагальненої моделі СТО); 3). $\sigma_{M_U 3}$ – описані лінгвістичними змінними нечіткої логіки. На основі даного опису формується база правил, яка реалізуються за допомогою бази знань (БЗ), бази даних (БД) та багатоагентної системи (БАС).

На рис. 1 представлено схему узагальненої моделі СТО, використовуючи ІТ.

В роботі проведена формалізація наявного процесу створення моделей СТО та розроблено структурну схему процесу створення та супроводження узагальненої моделі СТО (опис зв'язків $\sigma_{M_U 1}$) за рахунок формування БЗ і БД та поєднання їх з моделями СТО, отриманих з різних ІС CALS через ведення проекту СТО в ІС PLM. Узагальнена модель СТО реалізується за допомогою розробки методу знання-орієнтованого моделювання СТО, що є базою для розробки ІТ (представлено на рис. 2).

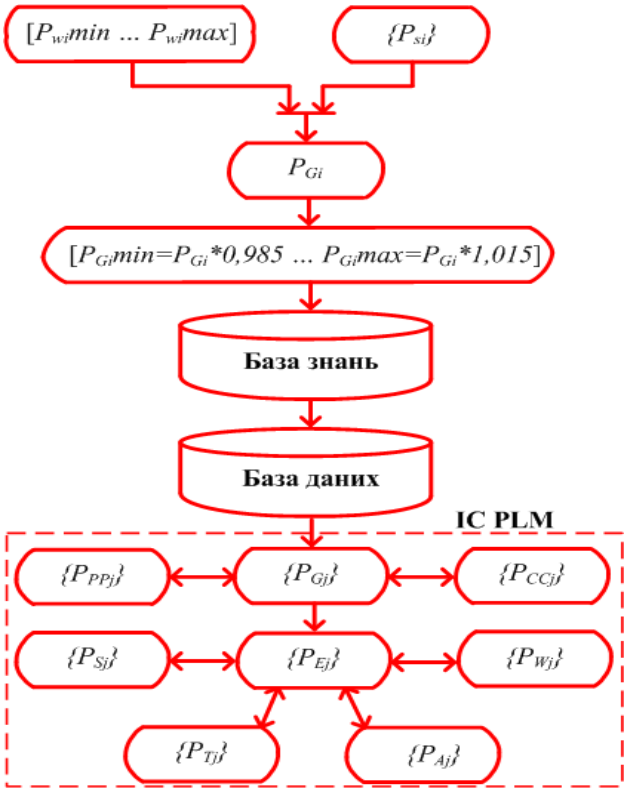


Рис. 1. Схема узагальненої моделі СТО, використовуючи ІТ

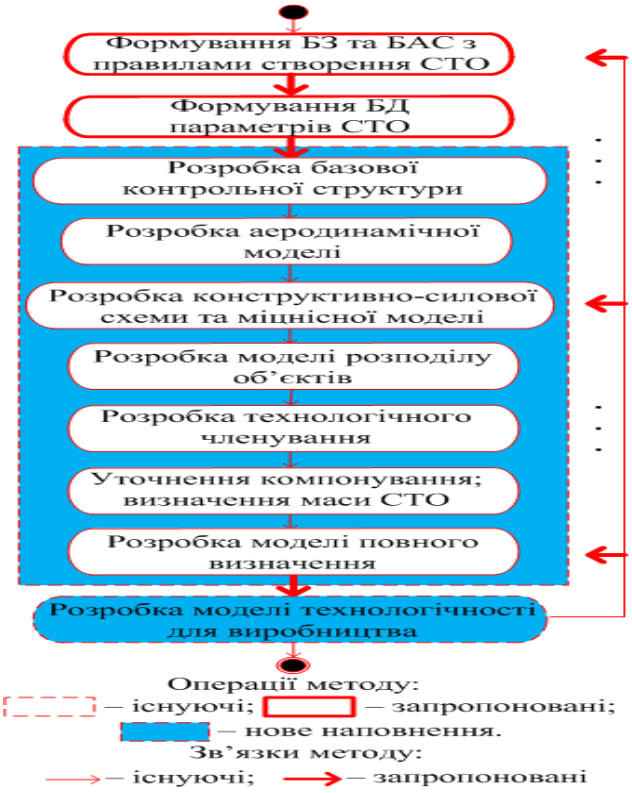


Рис. 2. Метод знання-орієнтованого моделювання СТО

Для реалізації методу виконано розробку засобів: БЗ, БД, БАС; розроблено прикладне програмне забезпечення; обрано ІС технології CALS, що дозволяють ефективно вирішити поставлені задачі. Розроблено БД, що містить параметри для визначення моделей СТО, де зберігаються параметри, що описують характеристики, особливості компонування, економічні параметри СТО і т д. Описано складові БД підприємства, що містить моделі СТО, результати розрахунків, різну службову інформацію та яка знаходиться в ІС PLM.

Розроблено БЗ створення УМ СТО, представлено онтологічну схему. Онтологію (O) області створення та супроводження узагальненої моделі СТО представлено у вигляді, який визначається системою виводу на основі зв'язків $\sigma_{M_U 2}$: $O = <M_U, R, F>$, де: M_U – множина концептів (понять, термінів) області створення УМ

СТО, *R* – скінчена множина відношень між концептами (поняттями, термінами) області створення УМ СТО, *F* – скінченна множина функцій інтерпретації, які задані на концептах і відношеннях онтології.

Розглянуто задачу побудови залежності параметрів геометричної моделі: m_{Gi} – p_{Gi} від параметрів моделі міцності: m_{Si} – p_{Si} та параметрів вагової моделі: m_{Wi} – p_{Wi} компонента СТО. На етапі створення БКС *i*-го компонента СТО в умовах невизначеності важко оцінити міжмодельний вплив. У зв'язку з чим доцільним є використання для оцінки моделей СТО лінгвістичних змінних [3] (зв'язки $\sigma_{M_U 3}$). Цільова функція визначення УМ має вигляд:

$$\min F(T_{i=1}^{m}) = \begin{cases} M_G\left[\sum_{i=1}^{n}\min\left\{\sum_{j=1}^{n}\bigcup_{ij}^{M_G} P_{ij}^{M_G}\right\}\right] \\ M_W\left[\sum_{i=1}^{n}\min\left\{\sum_{j=1}^{n}\bigcup_{ij}^{M_W} P_{ij}^{M_W}\right\}\right] \\ M_S\left[\sum_{i=1}^{n}\min\left\{\sum_{j=1}^{n}\bigcup_{ij}^{M_S} P_{ij}^{M_S}\right\}\right] \end{cases}$$

Терм-множину змінної p_{Wi} позначимо: P_{Wi} = {$P_{Wi}min$, $P_{Wi}av$, $P_{Wi}max$} та p_{Si} позначимо: P_{Si} = {$P_{Si}min$, $P_{Si}av$, $P_{Si}max$}, де представлено множину значень змінної: P_imin – «умовно припустимі до мінімального значення»; P_iav – «припустимі», P_imax – «умовно припустимі до максимального значення».

В роботі розглянуто модель Мамдані, що найчастіше використовується, та містить у консеквентах правил логічного висліду нечіткі значення. Терм-множину змінної p_{Gi} позначимо: P_{Gi} = {$P_{Gi}min$, $P_{Gi}av$, $P_{Gi}max$}. В роботі функції приналежності термів відповідно до економічно обґрунтованих значень обмежень вагової моделі та значень моделі міцності. Створена база правил при побудові нечіткої моделі та в результаті отримуються розраховані обмеження ГМ: 1). **IF** p_{Wi} **IS** $P_{Wi}min$ **AND** p_{Si} **IS** $P_{Si}min$ **THEN** p_{Gi} **IS** $P_{Gi}min$ ...

... 9). **IF** p_{Wi} **IS** $P_{Wi}max$ **AND** p_{Si} **IS** $P_{Si}max$ **THEN** p_{Gi} **IS** $P_{Gi}max$

Описано зв'язок між моделями СТО в БЗ, що визначається системою IF-THEN-ELSE правил. Представимо приклад правил: **IF** $p_i^{\min} > p_i > p_i^{\max}$ **THEN** p_i – НЕДІЙСНИЙ (стосується обмежень будь-яких моделей); **IF** p_{G_i} ЗМІНЮЄТЬСЯ **THEN** ЗМІНЮЮТЬСЯ m_{G_i}, m_{W_i}, m_{A_i}, m_{CC_i}, m_{S_i}, m_{PP_i}, m_{T_i}, m_{E_i} і т. д.

Впровадження інформаційної технології створення та супроводження узагальненої моделі СТО доповнює технології паралельного проектування IC PLM та інформаційні системи технології CALS для задач створення моделей СТО, що забезпечує зменшення термінів створення СТО за рахунок керування параметрами моделі СТО.

Висновки

В роботі розв'язано науково-технічне завдання розробки інформаційної технології створення та супроводження узагальненої моделі СТО, що дозволило підвищити ефективність сучасних інформаційних технологій при створенні СТО.

Досліджено та вперше сформульовано узагальнену модель СТО, яка дозволяє вирішити задачу зв'язку моделей різних стадій життєвого циклу СТО, отриманих з різних компонентів технології CALS. Вперше розроблено метод знання-орієнтованого моделювання СТО на базі узагальненої моделі, що дозволяє відтворювати етапи їхнього життєвого циклу. Розроблено інформаційну технологію створення та супроводження узагальненої моделі СТО та досліджено її адекватність і виконано оцінку ефективності інформаційної технології створення та супроводження узагальненої моделі складних технічних об'єктів, що показала близько 22% економії матеріальних витрат.

Література

1. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / Норенков И. П., Кузьмик П. К. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 319 с.

2. Управление общественными связями в бизнесе : учебник / А.Н. Загородников. – М. : КНОРУС, 2011. – 288 с.

3. **Zadeh L.** A. Fuzzy sets and possibility theory / L. Zadeh // New York: Pergamon Press, 1982. – 320 p.

UDC 004.412:519.25

INFORMATION TECHNOLOGY FOR SIZE ESTIMATION OF WEB-APPLICATIONS IMPLEMENTED IN JAVA

Makarova L.M.
Andreeva A.S.
Admiral Makarov National University *of* Shipbuilding, Mykolaiv

Software size estimation is one of the critical tasks in software project management. It is proved that system size is strongly correlated with development efforts. Software size estimation at early stages of project development can become a starting point for success or failure in the result of implementation of the current software. It is used in efforts/costs models as a predictor of resources needed to design and implement project. The final decisions should be based on provable facts, not on intuition. That's why it is necessary to use an accurate methodology to measure the size of the program.

There is rather common problem in software industry that there is no single measurement and metrics for software size estimation, unlike other industries.

First of all, the software sizing models are divided into five categories: analogy models, regression models, expert judgement models, models based on function points, and parametric models [1].

There are different methods for software size estimation that are in use today. Most of them have their roots in the Function Point Analysis Method (FPA). Historically, the most common software sizing methodology has been counting the lines of code written in the application source. Another approach is to do Functional Size Measurement to express the functionality in a number, representing the size. Other software sizing methods include Use Case-based software sizing.

Moreover, widely known model COCOMO (Constructive Cost Model), a regression model, is based on LOC (number of Lines of Code**)**. It is a procedural cost estimate model for software projects and often used as a process of reliably predicting the various parameters associated with making a project such as size, effort, cost, time and quality [2].

As we can see, there are several methods and models, but many of them are unsuitable due to of lack of data or expert skills in this field. So there is a need for improvement of existing models in accordance with available resources and as a result the development and implementation of the software.

The main goals of implementation of this task are:

- to analyze and choose appropriate model from the variety of existing ;
- to gather data from different Java web-applications from open-source resources;
- to collect the necessary set of metrics from each program;
- to introduce an optimal decision for improving of the existing model using the obtained data;
- to get evidence that prove the effectiveness of the obtained results.

The use of the normalizing transformations, specifically the four-parameters Johnson transformation, allows us to construct a non-linear regression model and in a result to obtain more accurate software size estimation. According to the article [3] such actions can lead to good results.

Conclusions. To sum up everything above, after the careful analysis and data collection the four-parameter Johnson transformation was chosen for software size estimation of web-applications implemented in Java and as main subject for further research.

References

1. **Briand, L.C., Wieczorek, I.:** Resource Estimation in Software Engineering. Encyclopedia of Software Engineering. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey (2002).

2. **Hee Beng Kuan Tan, Yuan Zhao, and Hongyu Zhang,** "Estimating LOC for information systems from their conceptual data models", in Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering (ICSE '06), May 20-28, 2006, Shanghai, China, pp. 321-330.

3. **S. Prykhodko, N. Prykhodko, and L. Makarova** "Estimating the Software Size of Open-Source PHP-Based Systems Using Non-Linear Regression Analysis", in Proceedings of International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT 2018), June 1-3, 2018, Ceske Budejovice, Czech Republic, pp. 199-202.

УДК 004.42:519.25

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ ДЕФЕКТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Макарова Л.М.
Албул Р.М.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Серед різних життєвих сфер сучасності, значну увагу приділяють космонавтиці. Оскільки космічний корабель може бути безпілотним і залежним від вбудованої комп'ютерної системи, то система, що керує космічним кораблем, повинна бути здатною продовжувати політ після будь-якого одиничного збою та безпечно повернути корабель після будь-яких двох невдач у тій самій підсистемі.

Програмне забезпечення кожного космічного польоту щоразу змінюється, що вимагає величезного штату програмістів для написання програмного забезпечення та проведення тестів контролю якості та перевірки змін системи. Також, кожен космічний політ має особливі потреби до базового програмного забезпечення, що пов'язані з діяльністю та поставленими задачами, які будуть здійснюватися під час цього польоту [1].

Як приклад, після аварії космічного корабля Space Shuttle Challenger у 1986 році, фірмі IBM було запропоновано кількісно визначити ймовірність того, що критичний дефект програмного забезпечення польоту може призвести до тяжких наслідків, наприклад, до втрати космічного корабля та екіпажу. Було оцінено доступні моделі надійності програмного забезпечення, а рівень ризику був встановлений у 1 з 1000 польотів. При цьому виникло дві проблеми. По-перше, для кожного польоту необхідні великі обсяги даних про дефекти програмного забезпечення. По-друге, наявні моделі надійності програмного забезпечення оцінюють ризик первинних версій, що перевищує ризик для більш пізніх версій, багато з яких мають обмежені дані про дефекти. У результаті вирішення цих проблем фірма IBM розробила альтернативну модель надійності програмного забезпечення для космічних кораблів [2].

Аналіз виконали повторно, на підставі інформації про дефекти, що трапилися, але їх не могли передбачити. Цей повторний аналіз дав оновлену оцінку надійності в 1 з 1600 польотів. В результаті альтернативна модель надійності програмного забезпечення дала кількісну оцінку, що значно відрізнялася від початкового варіанту.

Якщо брати до уваги наявність суттєво різних оцінок надійності програмного забезпечення, існує необхідність удосконалення математичної моделі та інформаційної технології для оцінювання кількості дефектів в залежності від розміру програмного забезпечення, для чого потрібно побудувати регресійну модель залежності кількості дефектів програмного забезпечення від кількості строк коду. Однак побудова такої регресійної моделі ускладнена без припущення про нормальність випадкових величин, а застосування цього припущення може істотно спотворити отримані результати.

Якщо вихідні дані не відповідають нормальному закону розподілу, їх можна нормалізувати за допомогою одного з нормалізуючих перетворень. В якості такого нормалізуючого перетворення використовується перетворення Джонсона, тому що в більшості випадків воно дає кращі результати в порівнянні з іншими відомими нормалізуючими перетвореннями [3, 4]. На основі нормалізованих даних отримаємо однофакторну лінійну регресійну модель залежності кількості дефектів від кількості строк коду програмного забезпечення, далі за допомогою зворотного перетворення перейдемо до нелінійної регресійної моделі, що дасть змогу підвищити достовірність оцінювання кількості дефектів програмного забезпечення в порівнянні з існуючими моделями.

Застосування зазначеного підходу в споріднених предметних галузях інженерії програмного забезпечення, зокрема, для оцінки фактичної трудомісткості проектів з розробки програмного забезпечення [5], показує хороші результати, що дозволяє застосувати даний підхід і для вирішення поставленої задачі.

Висновки. Впровадження удосконаленої інформаційної технології для оцінювання кількості дефектів програмного забезпечення, заснованої на використанні нормалізуючого перетворення Джонсона та побудові однофакторної нелінійної регресійної моделі залежності кількості дефектів від кількості строк коду, дозволяє отримати більш точний результат. Для наочного представлення отриманих результатів додатково необхідна розробка спеціалізованого програмного забезпечення для проведення розрахунків та побудови вказаної регресійної моделі.

Список літератури

1. An Assessment of Space Shuttle Flight Software Development Processes [Electronic resource] // National Academy Press Washington. – 1993. – Режим доступу до ресурсу: https://www.nap.edu/read/2222/.

2. **Christopher J.** The Legacy of Space Shuttle Flight Software [Text] /C. J. Hickey, J. B. Loveall, J. K. Orr, A. L. Klausman // NASA Johnson Space Center. – Houston, Texas, 2011. – P.7-24.

3. **Приходько, С.Б** Інтервальне оцінювання статистичних моментів негаусівських випадкових величин на основі нормалізуючих перетворень [Текст] / С.Б. Приходько // Математичне моделювання: науковий журнал. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. – №1 (24). – С.9-13.

4. **Приходько, С.Б.** Выбор нормализирующего преобразования для оценки времени наработки между отказами устройств терминальной сети в случае малой выборки [Текст] / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова // Вестник ХНТУ. – Херсон: ХНТУ, 2013. – №1 (46). – С.308-312.

5. **Приходько, С.Б.** Побудова нелінійних регресійних рівнянь на основі двомірних нормалізуючих перетворень [Текст] / С.Б. Приходько, Н.В. Приходько, Л.М. Макарова, О.О. Кудін, Т.Г. Смикодуб // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2017. – Вип. 3(62). – С.333-338.

УДК 004.942:519.248

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЧАСУ ОБРОБКИ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЗЕРНОВОМУ ТЕРМІНАЛІ

Макарова Л.М.
Глумаков О.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Україна входить у десятку найбільших світових виробників зернових та в трійку найбільших експортерів зерна. Так, за результатами 2014 року Україна займала 1-у сходинку у світовому рейтингу виробників насіння соняшника (займаючи 23% світового ринку) та експортерів соняшникової олії (26% світового ринку), а також була 3-м найбільшим експортером кукурудзи (17,6 млн тон) та ячменю (4,2 млн тон), і 6-м найбільшим експортером пшениці (10,5 млн тон) [1].

Експорт зернових сьогодні є однією із найбільших статей українського експорту. Однак, індустрія на сьогодні має ряд проблем, які завдають збитків та зменшують конкурентоспроможність українських підприємств на світовому ринку, особливо на фоні тенденцій падіння світових цін на зерно.

Серед проблем індустрії слід виділити якість логістики, а саме швидкість та вартість обробки автотранспорту на зернових терміналах. Оскільки збирання зернових культур носить сезонний характер, виникає серйозна проблема для транспортної мережі. У обмежений час велика кількість автомобілів прибуває на термінали з метою вивантаження зерна, в наслідок чого виникають черги, простій транспорту і супутні збитки [2].

Один із шляхів вирішення вказаних проблем – впровадження систем автоматизації управління автотранспортом на зернових терміналах для забезпечення рівномірного розподілення навантаження між пропускними пунктами, і, як наслідок, зменшення часу обробки автотранспорту.

Існуючі на даний момент інформаційні технології та програмне забезпечення для оцінювання часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі зазвичай входять до складу великих програмних комплексів, що збільшує їх вартість, та не завжди мають необхідну достовірність через те, що емпіричні дані про час обробки автотранспорту на зерновому терміналі не завжди відповідають експоненціальному закону розподілу, що, в свою чергу, не дає змогу використати модель найпростішої системи масового обслуговування. Так, розрахунок проведений на реальних даних одного з зернових терміналів показав, що час обробки автотранспорту дійсно не підпорядковується експоненціальному закону розподілу.

Таким чином, існує необхідність удосконалення математичної моделі та розробки відповідного програмного забезпечення інформаційної технології для оцінювання часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі. Це можна зробити, в тому числі, за рахунок використання нормалізуючого перетворення Джонсона, що дозволить отримати більш достовірну оцінку часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі. Подібні розрахунки, виконані для інших прикладних галузей, вже показали хороші результати [3].

Висновки. За рахунок підвищення достовірності оцінювання часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі та впровадження відповідного програмного забезпечення інформаційної технології можливо зменшити збитки, спричинені нерівномірним розподіленням навантаження між пропускними пунктами зернового терміналу.

Список літератури

6. Логістика зернових в Україні: бар'єри для росту експорту [Електронний ресурс] / Режим доступу: \www/ URL: https://ukr.lb.ua/economics/2016/08/15/342521_logistika_zernovih_ukraini.html – 13.08.2018 р. – Загол. з екрану.

7. **Веремеєнко, О.Г.** Моделювання системи управління автомобільним транспортом при його прибутті на зерновий термінал [Текст] / О.Г. Веремеєнко // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту – 2015. – №1. – С.11-17.

8. **Приходько, С.Б.** Побудова нелінійних регресійних рівнянь на основі двомірних нормалізуючих перетворень [Текст] / С.Б. Приходько, Н.В. Приходько, Л.М. Макарова, О.О. Кудін, Т.Г. Смикодуб // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ. – 2017. – Вип. 3(62). – С. 333-338.

УДК 004.9

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОСЛІДОВНИХ МОДЕЛЕЙ І ПРОГНОЗУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ «ДОМАШНІЙ КОМІРНИК»

Олейников Денис Вадимович, студент,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Вступ

Сьогодні більшість людей вже користуються смартфонами, які допомагають полегшити, організувати та автоматизувати життя своїх користувачів. Але без застосунків, які завантажуються на смартфон, він навіть не зможе виконати дзвінок.

Аналіз предметної області

Існує величезна кількість таких програм, які виконують безліч функцій. Вони можуть повідомити користувача про найостанніші події, які цікаві саме йому, нагадати про важливу справу, підказати як краще її зробити та допомогти в процесі, зберегти та організувати данні, поділитись ними з іншими людьми, розважити у вільний час, та навіть прослідкувати за станом здоров'я користувача.

Проте досі не всі сфери життя людини охоплюються застосунками. Організацію такого процесу, як облік продуктів харчування, повністю не виконує жодна програма.

Проблема

Процес обліку продуктів харчування пов'язаний з витрачанням часу на ручне складання списків покупок та комунікацію з іншими людьми з цього приводу. Користувачеві необхідно запам'ятовувати за обробляти велику кількість інформації.

Рішення

Для рішення цих проблем доцільно розробити застосунок з вбудованою СППР, який надасть наступні можливості:

- зменшення витрат часу на облік продуктів;
- автоматизація складання списку покупок;
- автоматизація ведення списку продуктів;
- рекомендація продуктів до придбання на основі інформації про вже здійснені покупки;
- рекомендація рецептів на основі придбаних продуктів;
- прискорення комунікації між користувачами.

Для роботи СППР необхідно виявляти приховані закономірності або взаємозв'язки між змінними у великих масивах необроблених даних. Для цього ідеально підходить інтелектуальний аналіз даних. При його проведенні є можливість користуватися широким спектром методів, а саме: асоціація, класифікація, кластеризація, прогнозування, послідовні моделі.

Що вже зроблено

У ході дослідження методів інтелектуального аналізу даних я визначив їх особливості та можливості.

Асоціація найбільш відомий і простий метод інтелектуального аналізу даних. Для виявлення моделей робиться просте зіставлення двох або більше елементів, часто одного і того ж типу. Наприклад, відстежуючи покупки, можна помітити, що разом з сухими сніданками зазвичай купують молоко.

Класифікацію можна використовувати для отримання уявлення про тип покупців, товарів або об'єктів, описуючи кілька атрибутів для ідентифікації певного класу. Наприклад, автомобілі легко класифікувати за типом (седан, позашляховик, кабріолет), визначивши різні атрибути (кількість місць, форма кузова). Вивчаючи новий автомобіль, можна віднести його до певного класу, порівнюючи атрибути з відомим визначенням. Ті ж принципи можна застосувати і до покупців, наприклад, класифікуючи їх за віком і соціальною групою.

Досліджуючи один або більше атрибутів або класів, можна згрупувати окремі елементи даних разом, отримуючи структуровані висновки. На простому рівні при кластеризації використовується один або кілька атрибутів в якості основи для визначення кластера подібних результатів. Кластеризація корисна при

визначенні різної інформації, тому що вона корелюється з іншими прикладами, так що можна побачити, де подібності та діапазони узгоджуються між собою.

Прогнозування - це широка тема, яка простягається від передбачення відмов компонентів обладнання до виявлення шахрайства і навіть прогнозування прибутку компанії. У поєднанні з іншими методами інтелектуального аналізу даних прогнозування передбачає аналіз тенденцій, класифікацію та зіставлення з моделлю. Аналізуючи минулі події або екземпляри, можна передбачати майбутнє.

Послідовні моделі, які часто використовуються для аналізу довгострокових даних, - корисний метод виявлення тенденцій, або регулярних повторень подібних подій. Наприклад, за даними про покупців можна визначити, що в різні пори року вони купують певні набори продуктів. За цією інформацією додаток прогнозування корзини покупця, грунтуючись на частоті і історії покупок, може автоматично припустити, що в корзину будуть додані ті чи інші продукти.

Висновки

Проаналізувавши методи інтелектуального аналізу даних я дійшов висновку, що найбільш оптимальним для використання в системі підтримки прийняття рішень є послідовні моделі та прогнозування оскільки завдяки цим методам можливо проаналізувати попередні покупки користувача та спрогнозувати майбутні.

Література

1. **Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И.** Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб: БХВ – Петербург, 2004.
2. Основы баз данных: курс лекций: учеб. пособие / С.Д. Кузнецов. – М.: Интернет–Ун–т Информ. Технологий, 2005
3. **Брюс Эккель.** Философия JAVA, Библиотека программиста. 3 – е изд. – СПб.: Питер, 2003 г.
4. **Maclennan J., Tang Z.** Data Mining With SQL Server 2005.
5. **Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.** Базы данных интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001
6. **Башмаков А.И., Башмаков И.А.** Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.

УДК 004.275

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОПИТУ НА ТОВАР В МЕРЕЖІ КОМІСІЙНИХ МАГАЗИНІВ

Дрозд Анастасія Юріївна, студент,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Згідно з статистичними даними за останні роки рівень заробітної плати населення зменшився. Порівнюючи зі статистичними даними за 2015 рік, рівень заробітної платі зменшився з 290 долларів до 253 доларів (рис.1).[1]

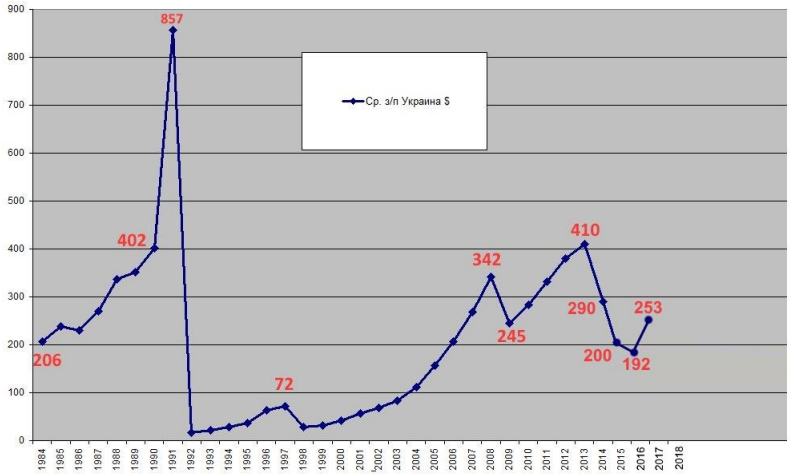


Рисунок 1 - Рівень заробітної плати населення України

Проаналізувавши дані можна стверджувати, що рівень заробітної плати населення нашої країни низький і тому велика частина населення стала купувати речі в комісійних магазинах і їх число зростає.

Так само, комісійний магазин дає можливість заробити гроші, здаючи старі речі на комісію. У зв'язку з цим кількість комісійних магазинів зростає і в мережах комісійних магазинів виникає необхідність підтримки конкурентоспроможності. Для вирішення цієї проблеми при прийомі товару на комісію необхідно орієнтуватись на товари на які є попит.

Метою є дослідження методів обробки даних, на основі яких можна прийняти рішення щодо виявлення категорій товарів на які є попит.

Одним з рішень цієї проблеми є використання такого напряму обробки інформації як інтелектуальний аналіз даних (Data Mining). На сьогоднішній день цей напрям обробки інформації набуває популярності.

Специфіка сучасних вимог до даних для яких необхідно використовувати інтелектуальний аналіз даних наступні:

- дані мають необмежений обсяг;
- дані є різнорідними (кількісними, якісними, текстовими);
- результати повинні бути конкретні і зрозумілі;
- інструменти для обробки сирих даних повинні бути прості у використанні. [4]

Традиційна математична статистика, довгий час претендувала на роль основного інструменту аналізу даних, не підходить для вирішення сучасних проблем. Головна причина - концепція усереднення по вибірці, яка веде до операцій над фіктивними величинами. Методи математичної статистики виявилися корисними головним чином для перевірки заздалегідь сформульованих гіпотез.

Методи інтелектуального аналізу даних визначаються алгоритмом і відповідною структурою знань. Однак, у кожного з цих методів є як свої переваги, так і недоліки. Проаналізувавши всі переваги і недоліки для вирішення поставленої задачі було обрано кластеризацію даних як метод інтелектуальної обробки даних.

Кластерний аналіз (або автоматична класифікація, розпізнавання образів без вчителя) займає одне з центральних місць серед методів аналізу даних і є сукупністю підходів, методів і алгоритмів, призначених для знаходження деякого розбиття досліджуваної сукупності об'єктів на підмножини схожих між собою об'єктів.

Кластерний аналіз (кластеризація) – це технологія, що дозволяє розподілити вхідні дані на класи – групи однотипних екземплярів вибірки, або кластери – компактні області групування екземплярів вибірки у просторі ознак. Вихідною інформацією для кластеризації є вибірка спостережень $x=\{x^s_j\}$, де x^s_j – значення j-ої ознаки s-го екземпляра вибірки, s = 1, 2, …,S; j=1, 2, …, N, S – кількість екземплярів вибірки, N – кількість ознак, що характеризують екземпляри вибірки. [3]

Для кластеризації даних обрано алгоритм k-means, тому що він має наступні переваги перед іншими алгоритмами кластеризації даних:

- простота реалізації;
- висока швидкість виконання та висока ефективність;
- можливість використання для різних типів даних;
- зрозумілість і прозорість алгоритму.

Для застосування алгоритму кластеризації використовуються дані про товари на які є попит. Дані формуються у випадку, коли відвідувач не знаходить необхідного товару в асортименті одного з магазинів мережі. Кількість кластерів для розбиття (k) дорівнює кількості категорій товарів, які реалізуються в мережі комісійних магазинів.

Результатом роботи алгоритму є групи товарів (кластери, кількість кластерів = k) на які є попит, представлені на графіку с відображенням груп товарів з найбільшим та найменшим попитом у спадаючому порядку. [2]

Отже, використання кластерного аналізу надає можливість автоматизувати процес аналізу побажань клієнтів для кожної групи товарів, уникнути помилок, які можуть виникнути при ручному аналізі великого обсягу даних, допомогти комісіонеру в процесі прийняття товару на комісію та зекономити час при прийманні рішення щодо товару, який береться на реалізацію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Средняя зарплата в Украине с 1984 по 2018 год в гривнах и долларах США [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://seosait.com/s-z-in-ukraine-s-1984-2015-god-v-grivnax-i-dollarax-usa/
2. Классификация и сравнение методов кластеризации [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://it-claim.ru/Persons/Neyskiy/Article2_Neiskiy.pdf.
3. Задачи кластеризации в Data Mining [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://ami.nstu.ru/~vms/lecture/data_mining/kurs_klaster.htm.
4. Data Mining - интеллектуальный анализ данных [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://iteam.ru/publications/it/section_92/article_1448

УДК 004.05

CHOOSING SOFTWARE ARCHITECTURE FOR MOBILE SYSTEMS

K.O. Knyrik, N.R. Knyrik, I.L. Mykheliev
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukrain

Reducing the resource and time costs in the development, testing and deployment of mobile applications with using clear architecture solutions is the main aim.

The relevance of research is that mobile-oriented tool development present following generalizable issues.

- Independent of Frameworks. The architecture does not depend on the existence of some library of feature laden software. This allows you to use such frameworks as tools, rather than having to cram your system into their limited constraints.
- Testable. The business rules can be tested without the UI, Database, Web Server, or any other external element.
- Independent of UI. The UI can change easily, without changing the rest of the system. A Web UI could be replaced with a console UI, for example, without changing the business rules.
- Independent of Database. You can swap out Oracle or SQL Server, for Mongo, BigTable, CouchDB, or something else. Your business rules are not bound to the database.
- Independent of any external agency. In fact your business rules simply don't know anything at all about the outside world.

The diagram (fig. 1) is an attempt at integrating all these architectures into a single actionable idea.

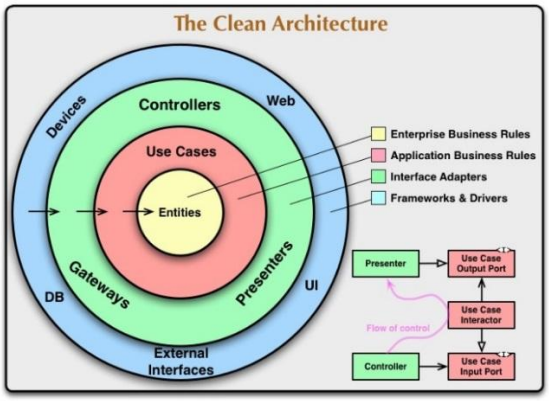


Fig.1 – Components of clear architecture

Over the last several years we've seen a whole range of ideas regarding the architecture of systems. These include:

- Hexagonal Architecture (Ports and Adapters) by Alistair Cockburn and adopted by Steve Freeman, and Nat Pryce in [1];
- Onion Architecture by Jeffrey Palermo;
- Screaming Architecture from a blog of mine last year;
- DCI from James Coplien, and Trygve Reenskaug [2];
- BCE by Ivar Jacobson from [3].

MVC and MVVM are valid architectures. They've got their pros and cons and could be used to create great solutions, but they do have limitations. In general, MVVM is hard to scale. After all, mobile applications are hardly ever just a few features and a couple of views. When functionality count grows, MVVM starts to be harder to maintain, view models become massive view models so it's harder to keep everything separated as it should be.

On the one hand, by using clean architecture, your code becomes more modularized, better structured and highly scalable. Each element is lightweight and conforms (at least tries to) to single responsibility rule. Layers have good separation through inversion of control, thus components are easily replaceable. Unit tests are trivial to write with such a structure, dependencies can be mocked, and functionalities are simple and easy to unit test. By loosely coupling elements, parallel coding on the same feature is a blast. It's much easier to work on features, as you can wrap your mind around one issue at a time and don't have to care about anything else.

On the other hand, it does have some disadvantages. It's complex, sometimes hard to comprehend at first plus it has quite large entry threshold. You will create a LOT of different protocols, classes, factories, and you'll have to manage all the files. It's not trivial nor easy (having in mind lack of proper reflection does not help in dependency injection management with swift). Many of those files/classes are simple pass-through entities, so sometimes it feels like a waste of time, but it has its reasons. It also swims a little bit against frameworks and official guidelines. Apple

API has been designed to work with MVC so sometimes you'll have to get a little bit hacky to make it get along with a clean architecture.

In the end, we found all the effort was worth it, and drawbacks don't really overshadow the gains we had as a team. There are really not that many resources about clean architecture that would explain everything step by step, with real-life examples.

References

1. **Freeman, Steve.** Growing Object-Oriented Software, Guided by Tests 1st Edition. 1 edition (October 22, 2009), Addison-Wesley Professional, p. 384.
2. **Coplien, James O.** Lean Architecture: for Agile Software Development. 1st Edition (July 26, 2010).Wiley, p. 376.
3. **Jacobson, Ivar.** Object Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach. 1st Edition (June 30, 1992). Addison-Wesley Professional, p. 552.

УДК 519.6

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ РЯДКІВ КОДУ ІГРОВИХ ПРОГРАМ НА JAVA, ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Михалько Ярослав Олександрович, студент
НУК ім. адмірала Макарова, Миколаївська область, м. Миколаїв

Проводиться удосконалення регресивної моделі оцінювання кількості рядків коду ігрових програм на Java за допомогою застосування нормалізуючих перетворень.

На сьогоднішній день, трудомісткість проектування пов'язана с тим що неможливо точно визначити на ранніх етапах скільки потребується рядків коду для ігрових програм на Java.

Потому виникає необхідність в оцінюванні рядків коду на ранніх етапах проектування в том числі і ігрових програм на Java.

В теперішній час існує рівняння лінійної регресії[1] по таким метрикам як кількість рядків коду, класів, зв'язків та атрибутів.

Визначення кількості рядків коду зарекомендували себе методом оцінки, вимірювання кількості функціональних точок, може набагато підвищити точність прогнозу.

Однак застосування лінійної моделі[2] призводить до негативної оцінки трудомісткість, тому виникає необхідність в удосконалення таких моделей за рахунок застосування відповідних нелінійних рівнянь.

Таким чином, існує необхідність розробки програмного забезпечення яке буде проводити оцінку кількості рядків заданого програмного коду ігрових програм на Java. Для цього необхідно провести аналіз існуючих математичних моделей для оцінювання кількості рядків коду додатків.

Висновки. В роботі удосконалено регресивна моделі для оцінювання кількості рядків ігрових додатків на Java на основі десятиного логарифму, що дозволяє підвищити достовірність оцінювання в порівнянні з існуючими лінійними рівняннями регресії.

Література:

1) **Tan H. B. K.** Estimating LOC for information systems from their conceptual data models / H. B. K. Tan, Y. Zhao, H. Zhang // Software Engineering : the 28th International Conference (ICSE '06), Shanghai, China, May 20-28, 2006 : proceedings. – P. 321-330. DOI: 10.1145/1134285.1134331

2) **Tan H. B. K.** Conceptual data model-based software size estimation for information systems / H. B. K. Tan, Y. Zhao, H. Zhang // Transactions on Software Engineering and Methodology. – 2009. – Vol. 19. – Issue 2. – October 2009. – Article No. 4. DOI: 10.1145/1571629.1571630

Секція № 10.
АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

УДК 330.341.1:629.5

ІНДУСТРІЇ 4.0: КЛЮЧОВІ ВИЯВИ У СУДНОБУДУВАННІ

Парсяк В.Н., Жукова О.Ю., Парсяк К.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Характерна ознака часу – трансформації в економіці світу, які за німецькою ініціативою отримали назву «Індустрія 4.0». Їхнім підсумком має стати домінування в промисловості інтелектуалізованих виробництв, вибудованих на технічній базі, яка складається з цифрових системи, що за посередництвом Internet збирають інформацію та тримають під контролем ланцюги поставок упродовж життєвого циклу продукту. На рівні фізичного сприйняття маємо справу з індивідуалізацією виконання замовлення – новим споживчим стандартом. Однак, сукупні витрати, а, відтак, і ціна товару зростатимуть невідчутно, оскільки на усіх етапах створення вартості відкривається перспектива в режимі он-лайн приймати рішення (та ще й на конкурентних засадах, як у вітчизняній «ПроЗоро») щодо заявки найприйнятніших (з огляду на вимоги замовника) сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, послуг. Теж саме стосується комбінування технологічних операцій. З цієї причини через заощадження матеріально-технічних, людських ті паливно-енергетичних ресурсів більшає ефективність виробництва і, від так, – конкурентна спроможності товаровиробника. Сам же він та його персонал концентруються на якості продукту.

Суднобудування, природно, не залишилося поза впливами четвертої промислової революції. На підтвердження цієї гіпотези – декілька аргументів.

1. Поширення систем автоматичного управління суднами та операцій з обробки вантажів у портах. Зокрема: комп'ютерної навігації, глобального позиціонування суден, завантажувальних та розвантажувальних робіт. Вони дозволяють суттєво скоротити чисельність екіпажів, бригад докерів та, водночас, підвищити безпеку судноплавства, продуктивність роботи вантажних терміналів, рівень обслуговування відправників та одержувачів товарів.

2. Розробки нових процедур проектування, будівництва та експлуатації суден. Зокрема:

а) створення розлогої лінійки суден різних типорозмірів завдяки сполученню стандартних фрагментів корпусу, у тому числі виготовлених, де це можливо, за допомогою 3D-друку. Це скорочує виробничий цикл, спрощує заміну тієї чи іншої частини споруди під час планового або непередбачуваного ремонту;

б) роботизація виробничих процесів, як засобу підвищення їх економічної ефективності через, між іншим, зменшення собівартості робіт та обмеженого залучення людини до виконання небезпечних технологічних операцій [3]. Приклад –Південно Корейська верф «Geoje», яка застосовує роботів у 68 % виробничих процесів [4].

в) синхронізації багатьох функцій, пов'язаних з прискоренням процесів розробки та впровадження на ринок нової продукції, яка б, між іншим, задовольняла замовника за співвідношенням ціни та якості. Серед них – маркетинг (ідентифікація ринкових потреб, брендінг, PR-заходи та організація продажів), своєчасне замовлення надзвичайно широкої номенклатури комплектуючих виробів, спеціального високоякісного металу, виготовлення з нього суднових конструкцій і пошук джерел покриття величезних поточних витрат. Для галузі, про яку йдеться, з огляду на конкурентне середовище, де працюють її підприємства, тривалість будівництва суден, кораблів, бурових платформ (коливається в діапазоні від декількох місяців до декількох років), це – особливо актуально. Відповіддю на корелятивний запит стала передача корабельням електронної технічної документації, впорядкованої за міжнародним і корпоративним критеріям (стандартам). Зазвичай, це – 3D-моделі корпусу судна, його систем і окремих будівельних секцій.

Тут, як ніколи, стають у нагоді технології електронного обміну інформацією. Наведемо декілька з багатьох прикладів:

«Kronodoc Solutions». Відкриває можливості, по-перше, для опрацювання надвеликих потоків інформації, які мають тенденцію до збільшення та нарощування інтенсивності; по-друге, для створення, спільного використання та розподілу знань з ендогенних і екзогенних джерел; по-третє, для раціонально

планування роботи співробітників й заощадження чималих коштів завдяки суттєвому скороченню або навіть виключенню з обігу паперових носіїв [1, с. 152-153].

«CALS-technology – Continuous Acquisition and Lifecycle Support». За змістом це – електронна інформація про конструкцію системи, технології її виготовлення, особливостей експлуатації, обслуговування, включаючи ремонти, а також про утилізацію, представлена в стандартизованому вигляді. Для того, щоб скористатися її перевагами, має бути виконана деяка підготовча робота [2, с. 17]. А саме:

- створено умови для багатократного доступу до баз даних у межах спільного інформаційного простору інжинірингових і суднобудівних підприємств на всіх етапах життєвого циклу споруди;

- імплементовано програмні засоби, які представляють собою систему, впорядковану у форматі обміну даними, що відповідає вимогам міжнародних стандартів, оскільки емісіонери та отримувачі інформації бувають розпорошеними цілим світом;

- застосовано адекватні прийоми управління інжиніринговою, виробничою та маркетинговою діяльністю на підґрунті інтегрованого інформаційного середовища. Це відкриває перспективи одночасного передбачення та здійснення усіх фаз життєвого циклу системи. Матеріали закуповуються впродовж проектування судна, що значно прискорює його будівництво, конструкторська документація корегується з огляду на технологічні інновації, впровадження яких ініціюють корабельні;

- запроваджено раціональні форми і методи інформаційної взаємодії між усіма віддаленими партнерами-учасниками бізнес-процесів (підрядниками, субпідрядниками, постачальниками, судновласниками). Прикладом розв'язання цієї задач слугує організація так званих «віртуальних підприємств» – договірних об'єднань незалежних підприємств (скажімо, консорціумів), що працюють над спільним проектом із метою найбільш ефективного використання ресурсів. Серед таких – віртуальна верф у місті Ульсан (Республіка Корея). У її межах інтегровані зусилля організацій, що знаходяться в різних державах: Таїланді (м. Бангкок) – маркетингові дослідження ринку; Японія (м. Токіо) – початкове проектування; Тайвань (м. Тайпей) – ескізне проектування; Південна Корея (м. Гунсан) – робоче проектування та, власне, Ульсан – будівництво суден. Виявляється, що усі вони використовують спільні бази даних і єдину інформаційну модель судна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Парсяк В.Н. Интеграция судового инжиниринга и информационно-коммуникационных технологий Текст / В.Н. Парсяк, М.Б. Солесвик. // Судостроение и морская инфраструктура. – 2014. – № 2. – С. 144-155.

2. Губич, Л. В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения ***[Текст].*** / Л. В. Губич, И.В. Емельянович, И.И. Петкевич и др. // Минск: Беларус. навука. – 2010. – 286 с.

3. **The World's Highest Production Automation Rate Utilizing Robots.** [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.samsungshi.com/Eng/Pr/shipyard01.aspx

4. Robotic suit gives shipyard workers super strength. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.newscientist.com/article/ mg22329803.900-robotic-suit-gives-shipyard-workers-super-strength#.U-BkmKPrzPx

УДК 658.015:303.093.7

ДРЕС-КОД ЯК СКЛАДОВА КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Парсяк В.Н.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Свого часу чималу частину нашої уваги було приділено з'ясуванню витоків, змісту та характеристиці складових корпоративної культури закладів вищої освіти (ЗВО) [1, 2, 3]. За результатами проведених розвідок сформувалося переконання, що корпоративна культура – це концентрація цінностей, стійких норм, поглядів, принципів професійної діяльності, побудови відносин з приводу вирішення навчальних чи наукових проблем, які виникли всередині ЗВО (в одних випадках – еволюційним шляхом, в інших – внаслідок зусиль, які докладає менеджмент) й в той чи інший спосіб продукують зразки поведінки його співробітників.

Поступово та, звичайно, за умов позитивного сприйняття колективом, вони перетворюються у академічні традиції, розпізнаються через символіку, яка має створити гармонію колективних та індивідуальних інтересів; мобілізувати потенціал професорсько-викладацького та навчально-допоміжного складу на спільне й ефективне розв'язання актуальних задач, окреслених вченою радою. Через корпоративну культуру співробітники ЗВО ідентифікують себе як професійну спільноту, що на якісному рівні відрізняється від інших

операторів ринку освітніх послуг. Ця унікальність перетворюється у одну з ключових складових конкурентоспроможності університету (факультету), його популярності серед абітурієнтів.

Але з часом з'ясувалося, що запропонована нами систематизація пройшла осторонь ще однієї важливої складової корпоративної культури – дрес-коду викладачів та співробітників. Перш за усе – про визначення поняття. Дрес-кодом називають правила щодо одягу (формалізовані або, що називається, – не писані), які засвідчують приналежність людини до (у нашому випадку) науково-педагогічного співтовариства. Відповідно до ст. 53 Закону України «Про вищу освіту», науково-педагогічні працівники – це особи, які за основним місцем роботи у вищих навчальних закладах провадять, зокрема, навчальну роботу.

За своїм змістом вона є комплексною взаємодією викладача та студента з обов'язковою, крім фахової підготовки, виховною складовою. А тут не обійтися без особистого прикладу, без формування та підтримання певного іміджу – образу особи (професора, доцента), **який має чинити емоційний та психологічний вплив на студентів з метою, між іншим, популяризації, реклами, пропаганди навчального закладу, факультету, кафедри, освітнього продукту, який пропонується ринку відповідних послуг. Тож в умовах тотального панування товарно-грошових відносин імідж перетворюється ще й у особливий інструмент академічного маркетингу.**

Імідж викладача має декілька вимірів: вербальний, кінетичний, а також – візуальний (зовнішній). Останній формують будова тіла, зачіска та макіяж (для жінок), парфуми та аксесуари і, нарешті, одяг та взуття. Виходячи з того, що кожна особистість, в залежності від виховання, набутого досвіду, сформованих переконань має власні уявлення про те, що їй пасує, виникає потреба приводити індивідуальні уподобання у відповідність з певними усталеними нормами. А якщо вони відсутні, їх треба сформулювати для того, щоб «ложка дьогтю не псувала діжку з медом».

Таким чином, потребу у дрес-коді вважаємо доведеною. А от яким він має бути, з огляду на усю делікатність проблеми, підказує позитивний закордонний досвід. Вдатися до його вивчення нас приневолили дискусії з деякими «оригіналами», які власну «свободу» шанують більше ніж ставлення до їхньої зовнішності вихованців та колег. Вже чуємо їхні обурені голоси і тому заздалегідь наголошуємо, що не є прибічниками формених мундирів для професорів-чоловіків і таких самих суконь для жінок. Нам більше імпонують індикатори, які визначили у Texas A&M University-Central Texas, заснованому у 2009 р. (!). Вони, зважте, – наші сучасники. Наводимо текст тамошнього дрес-коду, висвітленого на офіційному сайті (!) навчального закладу:

«Залишайтеся стильними, але перебувайте у розумних межах. Однаково негарно бути аж занадто консервативним або перебільшено фривольним. Не забувайте про свій вік. Цілком ймовірно, що юнацький зовнішній вигляд поставить під сумнів рівень вашого досвіду. Навіть якщо ви досить молоді, щоб дотримуватися останніх модних трендів, це, ймовірно, не найкращий вибір для впевненого у собі професіонала і, швидше за все, не буде посилювати довіру до вас.

Уникайте примх, зверніть увагу на особисту гігієну і стан одягу. Не зловживайте прикрасами: не більше двох сережок і тільки на нижній частині мочки вуха; браслети і намиста зведіть до мінімуму. Не хизуйтеся татуюванням або пірсингом. Для макіяжу використовуйте природні тони. Тримайте волосся акуратними і добре доглянутим; фарбуйте його у природні кольори.

Взуття має бути акуратним, чистим, без подряпин. Підбори – не заввишки 3 дюймів. Не може бути мови про спортивне взуття (кроссовки – нонсенс). Виключення – кафедри фізичної культури та спорту. Ніяких головних уборів.

Одяг обирайте такий, щоб при піднятті рук не виднілася талія або живіт. Вбрання має бути без бретелей, «спагеті» або недоуздок. Ремені потрібно носити, якщо джинси або брюки мають відповідні петлі. Спідниці (сукні) не повинні бути занадто мішкуватими або, навпаки, занадто щільними. Довжина – не вища верхньої частини коліна. Сорочки (без неадекватних логотипів, повідомлень або ілюстрацій) – заправлені» [5].

Висновок: якщо вже «еталонна демократія» не заперечує дрес-коду, то, переконані, усі викладачі Факультету економіки моря Національного університету кораблебудування просто зобов'язані з'являтися у аудиторіях та на кафедрах у підходящому одязі з акуратними зачісками. Хіба не так?!

Література.

1. **Парсяк В.Н.** Управління якістю освітніх послуг. *[Текст]* / Парсяк В.Н., Дибач І.Л., Парсяк К.В. // Миколаїв: Видавництво «Талісман». – 2014. – 296 с.

2. **Парсяк В.Н.** Індикація рівня корпоративної культури осередків вітчизняної вищої освіти. *[Текст]* / Парсяк В.Н., Драгомірова І.М. // «Економіст». – 2013. – № 6. – с.33-36

3. **Парсяк В.Н.** Трансформація діяльності операторів ринку освітніх послуг на засадах корпоративного менеджменту**.** *[Текст]* / Парсяк В.Н., Драгомірова І.М. // Миколаїв: Видавництво «Талісман». – 2012. – 173 с.

4. Закону України «Про вищу освіту». [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18

5. Texas A&M University-Central Texas. Dress code. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.tamuct.edu/educator-preparation-services/dresscode.html

УДК 658.1

АДАПТАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА ДО ЗМІН В РИНКОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Єфімова Ганна Вікторівна
Пащенко Олексій Вікторович
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

На сучасному етапі розвитку економіки з урахуванням соціально-економічних і геополітичних змін однією з головних проблем сучасних підприємств стає їх успішна адаптація до нових економічних умов. В даному випадку мова йде не тільки про необхідність формування захисних сил підприємства для протистояння невизначеним умовам зовнішнього оточення, а й про здатність виявляти і використовувати можливості і резерви, що забезпечують стабілізацію становища на ринку і подальший конкурентоспроможний розвиток.

Численні публікації [1-7] з проблем адаптації соціально-економічних систем у вітчизняних і зарубіжних виданнях рідко і дуже обмежено стосуються напрямків, пов'язаних з необхідністю оцінки величини накопиченого фінансово-економічного потенціалу адаптації, формуванням його механізму і здатністю до збільшення.

Під адаптаційним потенціалом розуміються сукупні можливості підприємства своєчасно і повно реагувати на зміни зовнішнього оточення і внутрішнього середовища за допомогою прийняття ефективних управлінських рішень з метою забезпечення конкурентоспроможного функціонування та сталого розвитку на ринку [5].

З точки зору системного підходу в структурі адаптаційного процесу фінансово-економічної системи підприємства можна виділити наступні основні складові: організаційну, фінансово-економічну, виробничо-технологічну та соціальну. Оцінюючи кожну з цих змінних, можна в сукупності визначити рівень адаптації для того, щоб правильно вибрати модель поведінки на ринку і скорегувати стратегічні і тактичні рішення.

Запорукою виживання і основою стабільності фінансово-економічної системи підприємства є його стійкість. На неї впливають внутрішні і зовнішні фактори, тому по відношенню до компанії вона може бути внутрішньою і зовнішньою.

Внутрішня стійкість підприємства – такий стан матеріально-речової та вартісної структури виробництва і реалізації, при якій забезпечується стабільно високий результат функціонування. Вона досягається за допомогою принципу активного реагування на зміни внутрішніх і зовнішніх факторів. Зовнішня стійкість визначається динамікою економічного середовища, в рамках якого здійснюється діяльність.

Загальна стійкість підприємства передбачає рух грошових потоків, що забезпечує постійне перевищення надходження доходів над витратами. Фінансова стійкість – стан грошових ресурсів, при якому підприємство, ефективно використовує їх, гарантує безперебійний процес виробництва та реалізації продукції, здійснює витрати на розширення і оновлення, тобто це стан фінансових ресурсів, що відповідає вимогам ринку і потребам розвитку підприємства [2].

Оскільки розвиток неможливий без відповідного фінансового забезпечення, то в якості критерію потенціалу адаптації підприємства може виступати одна з найважливіших характеристик фінансово-економічного стану – фінансова стійкість, що є головним компонентом загальної стабільності.

Оцінюючи складові фінансової стійкості адаптаційного процесу і зводячи їх з використанням математичного апарату в єдиний інтегральний показник, можна отримати комплексне значення, яке буде відображати рівень адаптації фінансово-економічної системи підприємства до сучасних умов, або величину накопиченого адаптаційного потенціалу. Результати такої оцінки можуть бути використані для прийняття найважливіших стратегічних рішень в контексті реалізації та вдосконалення адаптивного управління [1].

Безумовно, набір даних критеріїв не є вичерпним, оскільки з урахуванням специфічних особливостей діяльності кожного конкретного суб'єкта господарювання можна виділяти й інші складові адаптаційного потенціалу, найбільш актуальні для конкретного етапу життєвого циклу компанії (наприклад екологічна, інформаційна складова тощо.).

Висновки. Ключовими елементами адаптації фінансово-економічної системи підприємства до зовнішнього оточення, виходячи з накопичених внутрішніх можливостей, є критерії ефективності застосування організаційної структури, трудового потенціалу, фінансової та виробничо-технічної стійкості. Отримана на їх основі інтегрована оцінка необхідна для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо формування механізму адаптації. Це сприяє вдосконаленню адаптивного управління підприємством та його виходу на новий якісний рівень розвитку.

Література:

1. **Silva M. A., Serra F. R., Reis N. R.** (2014) On the adaptation of the firm's strategies to the international business environment: A knowledge-based and evolutionary perspective // European J. International Management, Vol. 5, No. 6: P. 633-655.
2. **Patel Ch., Husairi M. A.** (2017) Firm Adaptation, Preadaptation, and Sequential Ambidexterity in Firm Boundaries During an Era of Ferment and an Era of Incremental Change // The Journal of Product Innovation Management: Volume 35, Issue 3. P. 330-349.
3. **Wernerfelt B.** (2016) Adaptation, Specialization, and the Theory of the Firm // Cambridge University Press: 312p.
4. **Біловол Р.І.** Адаптація системи управління підприємством до викликів середовища / Р.І.Біловол, І.В.Калюжна // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Економічні науки. – 2016. – Випуск 20. Частина 1. – С. 58-62.
5. **Єфімова Г. В.** Планування безпечного розвитку підприємства на основі результатів діагностики рівня його економічної безпеки [Електронний ресурс] / Г. В. Єфімова, С. М. Марущак // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2013. – № 3 (8). – С. 43-49.
6. **Кривобок К.В.** Обґрунтування сучасного підходу щодо адаптації підприємства до нестійкого зовнішнього середовища / К.В.Кривобок // Економіка і суспільство. – 2018. – Випуск 14. – С. 412-420.
7. **Калініченко Л. Л.** Адаптивне управління підприємством в конкурентному середовищі / Л.Л. Калініченко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Natural/Vetp/2011_33/ 11kllice.pdf.
8. Стратегія підприємства: адаптація організацій до впливу світових суспільно-економічних процесів [Текст] : монографія / [А. П. Наливайко та ін.] ; за ред. д-ра екон. наук, проф. А. П. Наливайка ; Держ. вищ. навч. закл. "Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана". – К. : КНЕУ, 2013. – 454 с.

УДК 334.021.1

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ СУДНОБУДІВНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Погорєлова О. В., професор, к.е.н
Баланенко О. Г., старший викладач
Міронова А.С., магістрант
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Виробнича діяльність сучасних суднобудівних підприємств є надзвичайно складним процесом, в якому комплексно проявляються найрізноманітніші аспекти відтворювального циклу. Тому розкрити умови і чинники, що породжують ці взаємозв'язки, взаємодії і спрямованість можна тільки за допомогою комплексного економічного аналізу, який забезпечує ефективність управлінських рішень. Разом з тим, глибина досліджень причинно-наслідкових зв'язків, що відносяться до процесів природокористування досі залишається недостатньою. Створення і поліпшення господарського механізму природокористування неможливе без оцінки ситуації у взаємодії економіки і екології, а також представлення можливих шляхів еколого-економічного розвитку в майбутньому.

Концепція сталого розвитку, яка була прийнята на конференції ООН в 1992 році, не тільки не втратила своєї актуальності, а й продовжує ставити ряд нових економічних, екологічних та соціальних завдань[4]. У зв'язку з цим, виникла об'єктивна необхідність в комплексній методиці аналізу результатів господарської діяльності з урахуванням еколого-економічних чинників, які надають прямий або непрямий вплив на господарську діяльність та її результати.

Більшість дослідників в галузі аналізу (Шеремет А. Д., Базилевич В.Д, Мельник М.В., Савицька Г. В., Чумаченко М.Г., Мних Є.В. та ін.) дотримуються точки зору, що екологічні процеси повинні виражатися в органічному сприйнятті всіх його об'єктів, в тому числі й процеси природокористування, де особливу увагу слід приділити їх структурно-динамічним змінам і впливу на кінцеві фінансово-економічні результати[1, 2].

Ефективне проведення еколого-економічного аналізу на суднобудівному підприємстві вимагає методологічного забезпечення екологічного аналізу. Під методологією екологічного аналізу слід розуміти відповідність теорії методу системи певних способів, прийомів і операцій, спрямованих на розкриття усієї сукупності зв'язків і взаємнозалежностей, що стосуються процесів використання природних ресурсів господарюючих суб'єктів

В основі методології екологічного аналізу лежить сукупність відповідних принципів. Принцип системності вимагає вивчення кожного показника, що має відношення до процесів природокористування, а також його значущість в екологічному аналізі [3,6].

Продовженням принципу системності виступає принцип комплексності, що базується на використанні вартісних параметрів взаємодії господарських одиниць з природою, техногенними і фінансовими сферами. Через ряд показників, що отримуються з різних джерел інформації, раніше усього облікового характеру, забезпечується єдність обліково-аналітичних систем контролю за станом і ефективністю екологічних процесів[5,7].

Принцип конкретності надає можливість ідентифікувати еколого-економічні процеси в просторі і в часі і давати їм конкретні кількісні вирази в тісному взаємозв'язку з якісними особливостями.

Принцип дієвості екологічного аналізу проявляється в практичній значущості аналітичних матеріалів при ухваленні управлінських рішень, що безпосередньо впливають на оптимізацію і досягнення відповідних показників[1,4,5,6]. Засадничим серед усіх принципів виступає принцип науковості, оскільки саме в його рамках передбачається використання усього комплексу науково обгрунтованих методик і процедур.

Новизна екологічного аналізу як частини комплексного економічного аналізу об'єктивно обумовлює необхідність конкретизації і доповнення цілого ряду його методологічних завдань і інструментів.

Вважаємо, що основні проблеми - це уточнення эколого-орієнтованої вартості підприємства, його відображення в системі облікових координат, вдосконалення структури звітності за еколого-економічними показниками, можливостей використання в еколого-економічному аналізі внеоблікових джерел інформації.

Практичне впровадження еколого-економічного аналізу на суднобудівних підприємствах обумовлюється необхідністю з одного боку впровадження інновацій для відродження суднобудівної галузі, з другого – охорони навколишнього середовища. При цьому враховуються такі аспекти, як структура менеджменту, виробництва, техніко-технологічні особливості, показники господарської діяльності

Таким чином, до основних завдань еколого-економічного аналізу на підприємстві можна віднести:

- комплексну оцінку ефективності процесів природокористування у рамках відтворювального процесу на підприємстві;
- аналіз фінансових результатів природоохоронної діяльності;
- інформаційне забезпечення менеджменту підприємства;
- аналіз екологічного ризику і ефективність управлінських рішень, пов'язаних з освоєнням ресурсозберігаючих технологій;
- моделювання і прогнозування еколого-економічних процесів і оцінка їх впливу на перспективний стійкий розвиток підприємства;
- аналіз структури заходів, пов'язаних з охороною довкілля.

Запропонований аналіз дозволяє коригувати реальні і потенційні витрати екологічного характеру, фінансові коефіцієнти вивчаються у взаємозв'язку із структурою витрат, прибутком, розрахованим з урахуванням екологічних зобов'язань, об'ємом і собівартістю продукції, впливом екологічних процесів на зміну рентабельності, оцінювати виконання кошторисів витрат на екологічні заходи.

Література

1. **Базилевич В.Д.** Економічна теорія. Політекономія: [Навч. посіб.] за ред. В.Д.Базилевича.- 2-ге вид., перероб. і доповн. - К. : Знання, 2010. - 327с.
2. **Мних Е.В.** Економічний аналіз. / До: Знання, 2011.-630с.
3. **Семюелсон Пол А., Нордгауз Вільям Д.** Макроекономіка. - К. : Основи, 2012. - 438с.
4. **Савицькая Г.В.** Аналіз господарської діяльності підприємства. 4-і узд.испр.и доп.-М :ИНФРА-м, 2008.-345с.
5. **Федоренко Л.** Економіка природокористування: :[Навчальний посібник]-1-ше вид., випр. І доп.-К :Знання, 2011.-593с.
6. **Ernst Haeckel.** Generalle Morphologie der Organismen. - Berlin: Reimer, 2014. - Bd 2. - 462 s.
7. Сайт ООН- [Електронний носій]. - Режим доступу: http://www.un.org/ru/documents/decl conv/conventions/agenda21

УДК 658.015:303.093.7

SICHERHEIT ALS BEDEUTENDER WERT DES MODERNEN LEBENS

Parsyak Y. W.
Staatliche Seeuniversität «Admirala Makarova“

Zwischen den, für die moderne Welt unendlich bedeutende Anzahl der Werte, ist die Sicherheit einer der wichtigsten. Bevor man klärt, was dazu geführt hat, versuchen wir den Sinn dieses Begriffes zu klären. Es scheint so, dass es bereits viele Äußerungen dazu gab [1; 2; 3; 4, s. 67, 5 usw.] u.a., weil es keine begründete Ausführungen über die Herkunft des Begriffes in den verfügbaren Quellen gefunden wurde.

Dal W.I., der in Mykolayiv bei Marine gedient hat und in diese Zeit an seinem Lexikon gearbeitet hat, schreibt folgendes: „Das Nichtvorhandensein der Gefahr, die Unversehrtheit, Vertrauenswürdigkeit“. Die Autoren des Lexikons der ukrainischen Sprache glauben, dass die Sicherheit „ist ein Zustand, bei welchen niemand von nichts bedroht wird“. Diejenigen, die Cambridge Lexikon vorbereitet haben, behaupten, dass es um «protection of a person, building, organization, or country against threatssuch as crime or attacks by foreign countries» geht. Daraus folgt, dass zwischen denen, die Sicherheit brauchen, befinden sich nicht nur die Manschen, sondern auch die physischen Resultate deren Tätigkeit (in diesem Fall vom Gebäude).

Im Lexikon von Oxford befinden sich gleich mehrere Versionen: 1. «The state of being free from danger or threat», 2. «Procedures followed or measures taken to ensure the security of a state or organization», 3. «The state of feeling safe, stable, and free from fear or anxiety». Bitte beachten Sie dabei die Vielfältigkeit dieser Kategorien in der Interpretation von englischen Fachmännern, welche in der Sicherheit sowohl den Zustand als auch den Prozess gesehen haben.

Wenn man versucht alle diese Interpretationen zusammenzufassen, bekommt man eigene Sichtweise: die Sicherheit - ist der Zustand von jemandem oder von etwas in so einer Relation mit seiner inneren Aufbau und äußerer Umgebung, der keinen Verlust der spezifischen (exogenen) Merkmalen und essentialen (endogenen) Eigenschaften bedeuten. Der Unterschied dieser Erklärung im Vergleich zu den Anderen liegt im Folgenden:

a) der Gegenstand der Sicherheit wird aus der Systemsicht erklärt. Die Feststellung des Sicherheitszustandes oder umgekehrt keine Sicherheit läuft ausschließlich anhand der Resultaten der Analyse des Zustandes, von der inneren Aufbau und negativer Einflüsse, welche von der Umgebung generiert wurden. Der Angstzustand ohne den Bezug auf diesen Einfluss, könnte als krankhafte Phobie eingestuft werden. Der Kreis deren Träger ist begrenzt.

b) Davon ausgehend, dass das Bedürfnis an die Sicherheit von den absolut diversen Subjekten und Objekten ausgeht (Abb. 1), ist es schwierig die universale Instrumenten dieser Zielerreichung vorzustellen. Sie werden immer konditioniert anhand der Besonderheiten von Identifikationsmerkmalen und wesentlichen Eigenschaften von dem, was gesichert werden muss. Eine Sache ist es, sich um die Erhaltung des Lebens eines gesunden und lebendigen Menschen zu kümmern und ganz andere Sache ist es, alles Mögliche zu tun, um den menschlichen Körper vom Zeitpunkt des Todes bis zum Begräbnis zu sichern.

c) Als offensichtliche Scholastik sehen solche Diskussionen aus, welche zu den Entscheidungen führen, ob die Sicherheit ein Prozess oder ein Zustand ist. Die Dualität der Sicherheit ist unbestritten. Jedes Mal, wenn man sicher gehen möchte, ob etwas sicher oder unsicher ist, muss man, vorerst den aktuellen Zustand der Dinge feststellen, die Dynamik der Ereignisse im Inneren und im Äußeren einzuschätzen und versuchen die nähere Zukunft prognostizieren. Weil man die Zeit nicht stoppen kann, alles was noch eine Minute oder Sekunde vorher sicher war, konnte sich in die Unsicherheit oder Gefahr umwandeln, oder sich total verändern und dabei die vorherige Identifikationsmerkmalen und wesentliche Eigenschaften verlieren. Charakteristisches Beispiel ist der Ozean, der aufgrund der globaler Erwärmung, Verschmutzung und der Senkung des pH-Werten, letztendlich giftig werden könnte. Schlüsselqualifikationsgruppen

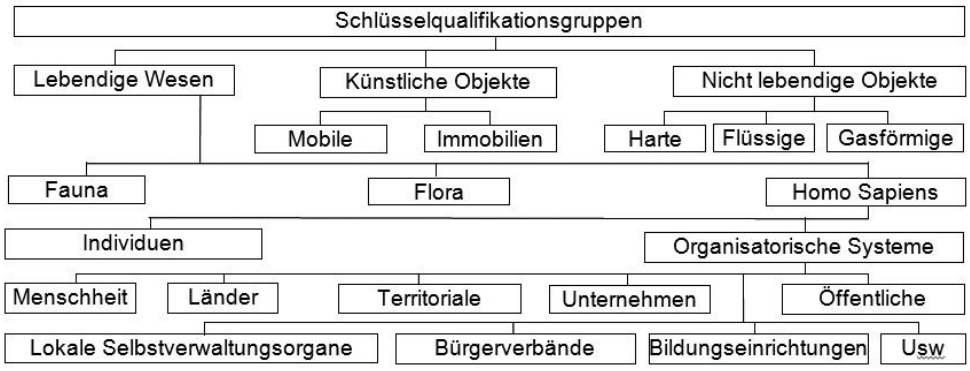


Abb. 1. Alle (alles), was die Sicherheit braucht

Offensichtlich wollen wir die Umstände beleuchten, bei welchen die Unterstützung und Erhöhung der Sicherheit als besonders wichtig eigestuft wurde. Es ist auch verständlich, dass in dieser Publikation die Zeit und der Platz fehlt, um alle ihre Aspekte zu erfassen. Dennoch lassen wir die universale Gründe einkreisen, welche zu der zusätzlichen Forschung geführt haben. Zumindest betrifft das die Organisationssysteme, die in der Produktions- und Dienstleistungsbranche beschäftigt sind.

1. Erhöhung der Anzahl von den Verbrauchern, welche zu der Veränderung der Anfrage und Anforderungen im gegenseitigen Warenangebot geführt hat.

2. Erhöhung der Produzentenanzahl, welche einen stärkeren Konkurrenzkampf um den zahlenden Kunden hervorgerufen hat.

3. Ausschöpfung der bis jetzt verwendeten Ressourcen und die Notwendigkeit die neuen Quellen mit der Verwendung von innovativen Technologien zu suchen. Die Bereitstellung solcher Technologien ist auch der Sinn dieser Ursache.

Quellenangabe

1. English Oxford Living Dictionary. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://en.oxforddictionaries.com/definition/security

2. Cambridge Dictionary. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/security

3. Словник української мови. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://sum.in.ua/s/bezpeka

4. **Даль В.И.** Толковый словарь. [Текст] **/** В.И. Даль. // М.: Гос. Издательство иностранных и национальных словарей. – Т. 1. – 1955. – 699 с.

5. **Парсяк В.Н.** Стратегічні альянси – інструмент посилення безпеки економічної діяльності невеликих підприємств. [Текст] / Парсяк В.Н., Ломоносов А.В., Парсяк К.В. Соціально-економічний розвиток регіонів в контексті міжнародної інтеграції. – № 23 (12). – 2016 р. – с. 69-75

УДК 629:656

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СИНТЕЗ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ СУДНОБУДІВНОГО КЛАСТЕРУ

Поткін О.О., Фатєєв М.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Для українських суднобудівних і судноремонтних підприємств актуальність процесів інтеграції та пошуку нових форм кооперації обумовлена критичним спадом обсягів виробництва, нестачею інвестицій та оборотних коштів. Ці тенденції змушують їх здійснювати перебудову своєї діяльності, інтенсивно розвиватися та впроваджувати нові організаційні форми та технології виробництва. У сучасних умовах виходом з кризи для суднобудівних підприємств України є створення суднобудівних кластерних систем. Кластерна система – організаційна та технологічна форма інтеграції підприємств, яка дозволяє вести спільну діяльність при збереженні учасниками юридичної та господарської самостійності.

Суднобудівний кластер - це макрологістична система, яка реалізує ланцюг функцій, що включає процеси проектування, побудови та технічного обслуговування транспортних суден. Конкурентоспроможність суднобудівного кластера в цілому та його учасників забезпечується ефективною підтримкою державних інституцій та використанням досягнень кораблебудівної науки.

В роботі [1] обгрунтовано принципи синтезу суднобудівного кластеру на основі функціональної декомпозиції суднобудівного виробництва. При цьому для аналізу підприємств таорганізацій з метою їх включення до складу кластерної системи запропоновано використовувати методи експертних оцінок.

Критерії експертних оцінок визначаються з урахуванням досвіду підприємств лідерів ринку суднобудування. До групи якісних показників необхідно віднести такі:

1. Рівень матеріально-технічної бази.
2. Обсяг передових виробничих технологій.
3. Якість людського капіталу підприємства та стан заходів по його розвитку.
4. Ефективність системи управління підприємством.
5. Рівень використання інформаційних систем та технологій.

Для суднобудівного кластера притаманна специфічна структура матеріального, фінансового та інформаційного потоків. Тому для синтезу суднобудівного кластера та його управління є доцільним використовувати сучасні моделі та механізми логістики.

Для виділення логістичної складової виробничої системи суднобудівного кластера доцільно використати методологію моделювання бізнес-процесів IDEF0 [4] . Методологія IDEF0 забезпечує широкі можливості для

моделювання бізнес-процесів окремих підприємств та кластера в цілому на різних рівнях декомпозиції. *Основні переваги моделей в нотації IDEF0 – це можливість описувати управління процесами організації.*

Багаторівнева модель виробничої системи суднобудівного кластера дає можливість ідентифікувати логістичні процеси в складі кожної виробничої функції. Окремі групи логістичних процесів інтегруються в вигляді *логістичної системи кластера*, що є об'єктом управління.

Структура суднобудівного кластера – це динамічна система. Для оцінки функціонування та розвитку кластера доцільно використовувати збалансовану систему показників[3]. Це інструмент ефективного стратегічного управління виробничими системами, який дозволяє оцінити внесок в досягнення бізнес-цілей системи на всіх рівнях виробничої та управлінської ієрархії.

Функціональна структура суднобудівного кластера є основою для розробки корпоративної інформаційної системи кластера та системи бюджетів по центрам фінансової відповідальності.

СПИОК ВИКОРАСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Фатеев Н.В.** Логистическое управление в судостроительных кластерных системах / Н.В. Фатеев, И. М. Запорожец // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв, 2014 р. – № 3 (453)

2. Логістичні системи [Текст] : навчальний посібник / Є.В. Крикавський, Н.В. Чорноиська – Львів: Львіввська політехніка, 2009. – 264с

3. **Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П.** Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп—Бизнес», 2005. – 344с

4. **Дэвид А. Марка и Клемент МакГоуэн** Методология структурного анализа и проектирования SADT/ Пер. с англ. — Фирма "Мета Технология", 2002. – 240с

УДК 681.5

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РИЗИКУ КОРПОРАТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ (КІС)

Ратушняк Любов Петрівна
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Значна перевага імітаційного експерименту над вже реалізованим проектом полягає у тому, що підприємство уникає значних фінансових втрат при імітаційному моделюванні. Змінюючи відокремлено взятий вхідний параметр, або декілька параметрів можливо з'ясувати, як коливання вхідної інформації позначається на кінцевому результаті. Щоб адекватно оцінити ризик розробки та впровадження КІС, необхідно мати достатню кількість інформації для формулювання правдоподібних гіпотез про імовірні розподіли ключових параметрів проекту КІС. При цьому відсутні фактичні дані заміняються величинами, які коливаються у деякому допустимому діапазоні. Тому імітаційне моделювання застосовує серію чисельних експериментів для одержання емпіричних оцінок ступеня впливу різних факторів (вихідних величин) на деякі залежні від них результати (показники) [1].

При рішенні задач імітаційного моделювання використовуються моделі, що містять випадкові величини, поводження яких не піддається керуванню з боку осіб, що приймають рішення. Такі моделі називають стохастичними. Застосування імітації дозволяє зробити висновки про можливі результати, заснованих на імовірних розподілах випадкових факторів (величин). Стохастичну імітацію часто називають методом Монте-Карло [2].

Для моделювання проекту створення КІС потрібно:

– встановити взаємозв'язок між вхідними і вихідними показниками в економіко-математичній моделі інвестиційно-інноваційного проекту;

– завдати закони розподілу ймовірностей для ключових параметрів моделі;

– провести комп'ютерну імітацію значень ключових параметрів моделі;

– розрахувати основні характеристики розподілів вхідних і вихідних показників;

– провести аналіз отриманих результатів.

Блок-схема аналізу ризику інноваційно-інвестиційного проекту методом імітаційного моделювання наведена на рис. 1.

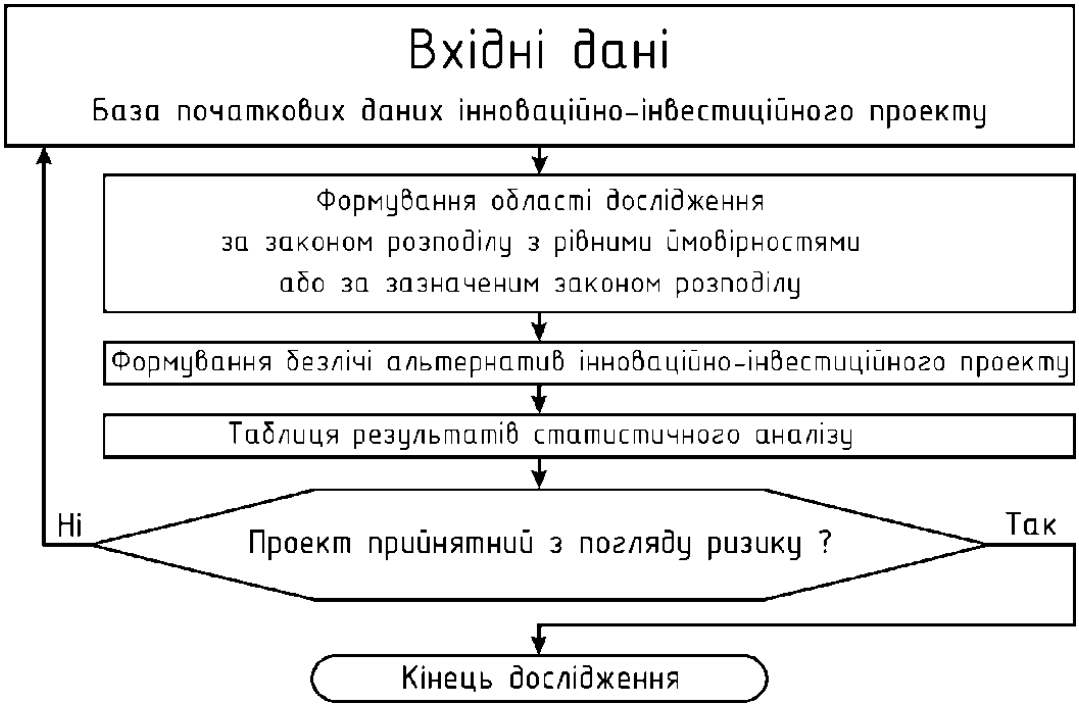


Рис. 1. Блок-схема аналізу ризику методом імітаційного моделювання

При інтерпретації результатів менеджер потрібен звернути увагу на результат розрахунку стійкості проекту. Якщо він близький до 90-100%, зберігається ймовірність того, що проект буде доведений до завершення. У іншому випадку, зростає ризик виникнення дефіциту коштів. При прийнятті остаточного висновку менеджер потрібен враховувати середні значення показників ефективності. Задовільні середні значення вказують на те, що більшість розрахунків дає прийнятні результати. Також необхідно враховувати "розкид" результатів розрахунку, тобто параметр невизначеності, чим більше невизначеність, тим більше ризик. Практично, прийнятним відхиленням можна вважати величини в межах від середнього значення [3].

1. **Новикова, Г.М.** Корпоративные информационные системы [Текст]: учеб. пособие/Г. М. Новикова. – М.: РУДН, 2008. – 94 с.
2. **Устинова, Г.М.** Информационные системы менеджмента: Основные аналитические технологии в поддержке принятия решений [Текст]: учеб. пособие/Г. М. Устинова. – СПб: ДиаСофтЮП, 2000. – 368 с.
3. **Павленко, Л.А.** Корпоративні інформаційні системи [Текст]: навч. посіб./Л. А. Павленко. –Х.: ВД"ІНЖЕК", 2003. – 260 с.

УДК 336.64:629.5

ФІНАНСОВІ ВАЖЕЛІ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

Карась Петро Миколайович
Приходько Наталія Василівна
Зінченко Андрій Ігорович
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,

Суднобудування належить до галузей, які мають значний науково-технічний і виробничий потенціал. За цією причиною рівень оновлення суднобудування є показником науково-технічного розвитку і промислового потенціалу будь-якої країни. Зважена державна політика, створення відповідних фінансових умов дозволять здійснити, з одного боку, завантаження виробничих потужностей підприємств суднобудування, а з іншого боку, продукція суднобудівників дозволить значно збільшити обсяги переробки вантажів морськими та річковими портами, товарної продукції сільського господарства, харчової та хімічної промисловості, забезпечити піднесення туристичного бізнесу, тисячі робочих місць з обслуговування флоту [1].

На розвиток суднобудування суттєво впливають різноманітні чинники. Перш за все це державна політика, створення економічного та фінансового механізмів. Підприємства галузі потерпають від браку замовників, а ті що залишилися партнерами, спостерігають безперервну зміну власників, відсутність корпоративної культури організації бізнесу, маркетингової політики. Відсутні фінансові відносини (грошові, кредитні, інвестиційні), які системно впорядковують процеси поновлення оборотних коштів, технічного та технологічного оновлення виробництва, створення резервів, підвищення компетенції персоналу, здійснення програм у сфері соціального партнерства.

Суднобудування має низку особливостей, а саме: висока вартість основних фондів; тривалий технологічний цикл виробництва; необхідність залучення значних фінансових ресурсів, що обумовлює високу чутливість підприємств галузі до ринкової кон'юнктури, умов фінансування і окупності витрат [2]. Як свідчить світовий досвід, поступовий розвиток суднобудівної промисловості значною мірою залежить від державної політики в цій області. Дефіцит грошових коштів у судновласників обмежив можливості проведення ремонту судів і призвів до масового виводу їх з експлуатації [3].

При усіх позитивних, а, значною мірою, негативних моментах в розвитку підприємств суднобудування, можна виділити наступне:

- фінансово-економічний стан більшості суднобудівних заводів залишається складним. Вони гостро потребують власних оборотних коштів;
- існуюча в Україні банківська система не відповідає запитам функціонування суднобудівної промисловості: високі відсотки за кредитами; короткий термін кредитування; відсутність економічних інтересів у вкладення значних фінансових ресурсів в довгострокове кредитування українських судновласників і суднобудівників;
- основна орієнтація продукції суднобудування на експорт (95%);
- відсутність зваженої, орієнтованої підтримки суднобудівної галузі з боку держави.

Вийти із такої ситуації можна тільки за допомогою державних програм, причому як на ринку фінансових ресурсів, так і в правовому, і податковому полі. Відповідно з'являться інвестиційні складові, які дозволять розвивати суднобудівну галузь.

Подальша державна політика у галузі суднобудування повинна бути спрямована на:

– створення Національного Бюро розвитку суднобудування (НБС) з правами міністерства. У його структурі мають бути задіяні професійні кадри з представників морегосподарського комплексу (фахівці в області менеджменту, фінансів, юриспруденції, інженери-суднобудівники, айтішніки, аудитори). Це має бути мобільна, нечисленна структура, яка могла б представляти інтереси держави, суб'єктів господарювання і бізнесових структур;

– створення умов для ринкового саморегулювання галузі (лібералізація), ліквідація або перепрофілю-вання частини підприємств суднобудування, які не можуть витримати ринкової конкуренції;

– фінансова підтримка галузі з боку держави (розміщення і фінансування державних замовлень, виконання державних програм розвитку) методом прямого регулювання;

– використання політики державного протекціонізму (методи непрямого регулювання), яка полягає в створенні сприятливих нормативних, фінансових і податкових умов для розвитку галузі, надійного інвестиційного клімату.

Деталізуючи, варто виділити механізми економічної дії:

– в НБС мають брати участь колегіально всі структури морегосподарського комплексу, включаючи дрібні і середні комерційні підприємства сільського господарства, промисловості та транспорту;

– фінансова проблема поповнення оборотних коштів, отримання кредитів, лежить в площині функціонування НБУ і всієї банківської системи. Крім того, проблеми консорціумного кредитування неможливо вирішувати без участі НБУ і комерційних банків. Питання зниження процентного пресу і строкового навантаження за кредитами можна вирішувати за рахунок зниження обов'язкових резервів великим і середнім банкам на період дії договорів. Не виключена можливість зниження і інших нормативів для групи банків-кредиторів. Розвиток лізингу в більших обсягах може успішно вирішуватися за умови оголошення конкурсів серед банків на кошти державного бюджету;

– реальною є програма задіювання коштів, що знаходяться у населення на умовах державної позики під невеликі відсотки, строком від одного до трьох років.

У сфері залучення інвестицій потрібні дії державних структур (НБС) тільки в частині видачі відповідних дозволів, визначення складу компаній учасників, прямого фінансування без участі державних інститутів.

Література

1. **Гришина Л.О.** Розвиток суднобудівної індустрії в контексті реформування транспортної системи України / Л. О. Гришина, П. М. Карась, Н. В. Приходько // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2017. - Вип. 58. - С. 86-96
2. Фінанси суднобудівних підприємств: монографія / [І. А. Воробйова, Г. В. Ефімова, П. М. Карась та ін.]. – Миколаїв: НУК, 2012. – 234 с.

3. **Макогон Ю. В.** Украина – держава морская / Ю. В. Макогон, А. Ф. Лысый, Г. Г. Гаркуша, А. В. Грузин. – ДонНУ, 2010. – 393 с.

УДК 658.1

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Марущак Світлана Миколаївна
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Важливим етапом забезпечення економічної безпеки підприємства є стратегічне планування і прогнозування її рівня. Система перспективного планування економічної безпеки є найбільш складною з розглянутих систем. Це планування полягає в розробці прогнозу основних показників економічної безпеки підприємства на довгостроковий період [1]. При цьому використовуються методи:

– кореляційного моделювання – встановлення кореляційної залежності між двома розглянутими показниками;

– оптимізаційного моделювання – оптимізації конкретного прогнозованого показника в залежності від ряду умов його формування;

– багатофакторного економіко-математичного моделювання – визначення прогнозованого показника на основі конкретних математичних моделей, що відображають функціональну взаємозв'язок його кількісного значення з системою певних чинників, також виражених кількісно;

– розрахунково-аналітичний – прямий розрахунок кількісних значень прогнозованих показників на основі використання відповідних норм і нормативів;

– економіко-статистичний – вивчення закономірностей динаміки досліджуваного показника і екстраполяція його значень на прогнозовані періоди.

Серед інших виділимо ситуацію, в якій необхідно оцінити, як комплекс заходів, спрямованих на поліпшення окремих показників діяльності підприємства, вплине на рівень економічної безпеки підприємства в цілому. Вважатимемо, що відомо перелік показників, на поліпшення значень яких спрямований комплекс заходів, а також «головний» показник – рівень економічної безпеки підприємства (рівень окремої складової економічної безпеки підприємства). Передбачається сценарій, згідно з яким показники діяльності підприємства досягнуть рівня, заданого планом. Необхідно оцінити прогноз рівня економічної безпеки підприємства.

Для вирішення поставленої задачі використовуємо класичний багатофакторний регресійний аналіз. Як правило, він включає наступні етапи:

– кореляційно-регресійний аналіз даних щодо впливу факторів на динаміку якісних характеристик системи економічної безпеки;

– відбір найвпливовіших показників за правилом максимізації парних та часткових коефіцієнтів кореляції;

– побудова регресійних моделей та перевірка їх адекватності.

Модель лінійної багатофакторної регресії має вигляд:

$$R = \beta_0 + \sum_{m=1}^{M} \beta_m x_m + u\,,$$

де R – рівень економічної безпеки підприємства; β_0 – константа; β_m – параметри регресії, $m = \overline{1;M}$; u – стохастична змінна.

Для повної усесторонньої характеристики рівня економічної безпеки підприємства доцільно розглянути систему з декількох подібних моделей з різними результативними та факторними показниками. В результаті ми матимемо можливість аналізувати вплив окремих чинників на результати діяльності підприємства та стан його економічної безпеки, оцінювати можливі наслідки їх змін у майбутньому як основу для формування та обґрунтування сценаріїв розвитку підприємства [2].

Використання регресійного аналізу в економічних дослідженнях є досить поширеною практикою, яка, між тим, часто зіштовхується з певними труднощами.

Традиційно завдання регресійного аналізу полягає в побудові математичної моделі поведінки деякої головної змінної на основі спостережень сукупності контрольованих чинників. Це завдання вирішується за умови, що виконується набір визначених припущень. Так вважається, що помилки спостережень – це випадкові величини з нульовим математичним очікуванням, вони мають однакову дисперсію, не корелюють

між собою та з результативною змінною і розподілені нормально, не існує кореляції між чинники моделі тощо. В реальній практиці всі ці припущення порушуються. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки спеціальних методів побудови рівнянь регресії в залежності від того, які саме передумови не виконуються.

З іншого боку, для отримання якісної регресійної моделі необхідна точна числова статистична інформація. В багатьох дослідженнях доводиться мати справу з важливою інформацією, яка не може бути задана точно. В процесі вимірювання соціально-економічних показників важливе місце займає проблема обліку невизначеності, яка носить неминучий характер, неповноти і суперечності даних. Таким чином, дані, що збираються для здійснення подальшого їх аналізу, характеризуються неточністю, що приводить в ряді випадків до серйозного перекручування отриманих результатів. Для таких даних кращим апаратом формалізації служить теорія нечітких множин Лотфі Заде.

Відхилення від можливих прогнозованих значень природним чином виникають в фінансово-економічному середовищі. Вони обумовлені тим, що невизначеність виникає не як результат впливу великої кількості випадкових чинників, а внаслідок об'єктивної неточності і недостатності наявної інформації. Одним з найбільш поширених способів прогнозування величини є побудова лінійної регресії як функції від економічно обґрунтованого набору чинників. Однак в разі, коли передбачувана величина має ознаки нечіткості, лінійна регресія може виявитися недостатньо адекватною моделлю, оскільки прогноз в такій ситуації – це ймовірність попадання величини в прогнозний інтервал. В основі імовірнісних моделей лежать досить переконливі припущення, що найчастіше викликає сумніви в їх обґрунтованості. В даному випадку застосування нечіткого підходу відрізняється більшою гнучкістю і дозволяє враховувати в моделі той факт, що вихідні змінні є не зовсім точними[3].

Нечітка логіка – це одне з найбільших досягнень математики XX-ого століття. З розвитком технологій штучного інтелекту теорія нечітких множин широко застосовується в різних галузях людської діяльності – від систем управління літальними апаратами до прогнозування підсумків виборів. Теорія нечітких множин успішно використовується в лінгвістиці, соціології, психології, філософії, економіці, політиці і в інших предметних областях. Аналіз численних наукових публікацій в даній сфері доводить, що нечітка логіка сьогодні є одним з найбільш перспективних напрямків наукових досліджень в області аналізу, прогнозування та моделювання економічних явищ і процесів.

Методи нечіткої логіки дозволяють моделювати будь-які соціально-економічні системи і, при цьому, описувати якісні характеристики, які складно або неможливо задати кількісно (наприклад, кредитоспроможність, імідж і т.п.). Також важливим є те, що моделям, побудованим на нечіткій логіці, властива адаптація до мінливих умов економіки. Саме тому в пошуках кращого підходу до питань оцінки та прогнозування рівня економічної безпеки підприємства ми звернулися до теорії нечітких множин.

Нечітка лінійна регресія застосовується як альтернатива класичним економетричним методам для моделювання економічних явищ в разі, коли використання імовірнісних і регресійних моделей виглядає недостатньо обґрунтованим.

Загальна задача дослідження залежностей, здійснювана в рамках класичного кореляційного і регресійного аналізу, може бути сформульована таким чином: за результатами N вимірювань $x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{im}, y_i,\ i = \overline{1, N}$ змінних $x_1, x_2, ..., x_m, y$ побудувати таку функцію $f(x), x = (x_1, x_2, ..., x_m)^T$, яка б найкращим (в певному сенсі) чином відновлювала значення змінної y за значеннями змінних $x_1, x_2, ..., x_m$ [4].

Окремим випадком цієї загальної задачі є задача побудови лінійної регресійної моделі:

$$f(x) = b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_m x_m + b_0 .$$

З використанням апарату нечітких множин задача побудови лінійної регресійної моделі ділиться на 4 класи задач:

1) вхідні данні $x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{im},\ i = \overline{1, N}$ чіткі, вихідні данні $y_i,\ i = \overline{1, N}$ чіткі, модель нечітка, тобто, параметри $b_j,\ j = \overline{0, m}$ нечіткі числа $\tilde{b}_j,\ j = \overline{0, m}$ з функціями належності $\mu_{\tilde{b}_j}(b_j),\ j = \overline{0, m}$;

2) вхідні дані $x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{im},\ i = \overline{1, N}$ чіткі, вихідні дані $\tilde{y}_i,\ i = \overline{1, N}$ нечіткі з функціями належності $\mu_{y_i}(y_i),\ i = \overline{1, N}$, модель нечітка;

3) вхідні дані $\tilde{x}_{i1}, \tilde{x}_{i2}, ..., \tilde{x}_{im},\ i = \overline{1, N}$ нечіткі з функціями належності $\mu_{x_{ij}}(x_{ij}),\ i = \overline{1, N};\ j = \overline{0, m}$, вихідні дані $\tilde{y}_i,\ i = \overline{1, N}$ нечіткі з функціями належності $\mu_{y_i}(y_i),\ i = \overline{1, N}$, модель чітка;

4) вхідні дані $\tilde{x}_{i1}, \tilde{x}_{i2}, ..., \tilde{x}_{im}$, $i = \overline{1,N}$ нечіткі з функціями належності $\mu_{x_{ij}}(x_{ij})$, $i = \overline{1,N}$; $j = \overline{0,m}$, вихідні дані $\tilde{y}_i$, $i = \overline{1,N}$ нечіткі з функціями належності $\mu_{y_i}(y_i)$, $i = \overline{1,N}$, модель нечітка, тобто, параметри b_j, $j = \overline{0,m}$ нечіткі числа з функціями належності $\mu_{\tilde{b}_j}(b_j)$, $j = \overline{0,m}$.

На даний момент теорія нечіткої логіки має критерії апроксимації, засновані на порівнянні згортки довжин перетинів і координат центрів тяжіння функцій належності, алгоритми розрахунку параметрів критеріїв апроксимації, критеріїв адекватності fuzzy-регресійних моделей, що дозволяє вирішити зазначені задачі [3, 4, 5, 6, 7].

Висновки. Практичне використання нечіткої логіки і теорії розмитих множин дозволяє розвивати і доповнювати традиційні методи моделювання та прогнозування. Зокрема, на підставі теорії нечітких множин можна побудувати нечіткі регресійні моделі економічної безпеки підприємства та її функціональних складових і використовувати їх в прогнозуванні. Побудова нечітких регресійних моделей істотно не відрізняється від процедури розробки чітких моделей, проте відмова від використання методу найменших квадратів значно її спрощує. Застосування нечіткого підходу дозволяє враховувати в моделі неточні як вхідні, так і вихідні дані, що проблематично в класичному регресійному аналізі, та вивчати явища такими, якими вони є в дійсності, враховуючи суб'єктивність і невизначеність.

Література

1. **Мельник О. О.** Системи і методи планування економічної безпеки автотранспортного підприємства. *Економіка і регіон*. 2013. № 1. С. 32–37.

2. **Маслак О. І., Гришко Н. Є.** Підходи до прогнозування змін показників економічної безпеки підприємства на довготривалий період. *Економіка та держава*. 2012. № 12. С. 8–13.

3. **Вишнякова Е. В., Колодяжная Ю. А., Иванова Е. В., Хамидуллина Л. Ф., Камалов С.М.** Нечеткая линейная регрессия в задачах оценки. *Научные записки молодых исследователей*. 2015. № 5. С. 14–29.

4. **Полещук О. М.** Линейая нечеткая регрессионная модель при условии четких входных и выходных данных. *Лесной весник*. 2000. № 4. С. 138-142.

5. **Грицюк В. И.** Нечеткий робастный регрессионный анализ для нечетких входных и выходных данных. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. № 6/2(26). С. 4-8.

6. **Зак Ю. А.** Fuzy-регрессионные модели в условиях наличия в статистической выборке нечисловой информации. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2017. № 1. С. 88-96.

7. **Штовба С. Д.** Нечеткая идентификация на основе регрессионных моделей параметрической функции принадлежности. *Проблемы управлениями информатики*. 2006. № 6. С. 1–8.

УДК 657

ПРОБЛЕМИ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ФОРМУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ (РОБІТ, ПОСЛУГ) У ПРОМИСЛОВОСТІ

Прокопович Леонід Борисович
Коновалова Світлана Юріївна
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв, Україна

Досліджуючи питання законодавчо-нормативного регулювання обліку витрат виробництва на підприємствах промисловості необхідно вказати на те, що в цілому ведення бухгалтерського обліку регламентується Законом України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» № 996-XIV від 16.07.1999 р. [1]. Методологію обліку окремих аспектів бухгалтерського обліку розкривають відповідні П(С)БО. Методологічні засади формування в бухгалтерському обліку інформації про витрати підприємства та її розкриття у фінансової звітності» визначає П(С)БО 16 «Витрати» [2]. У зв'язку з чим необхідно зробити декілька зауважень. Справа у тому, що наведений нормативний документ не надає визначення категорії «витрат». Вказана категорія розкрита у Законі України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» та НП(С)БО 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», згідно якого витрати – «витрати - зменшення економічних вигод у вигляді зменшення активів або збільшення зобов'язань, що призводить до зменшення власного капіталу (за винятком зменшення капіталу за рахунок його вилучення або розподілення власниками)» [1, 3]. Відповідно до п. 7 П(С)БО 16 «Витрати» витрати визнаються витратами певного періоду

одночасно з визнанням доходу, для отримання якого вони здійсненні [2]. Розглянемо зміст П(С)БО 16 «Витрати» більш докладно.

Досліджуючи зміст вказаного нормативного документу з обліку витрат на підприємствах промисловості необхідно вказати на існування в ньому певних недоліків.

По-перше, викликає занепокоєння відсутність у П(С)БО 16 «Витрати» окремих понять, які пов'язані з особливостями формування виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) та собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг). Задля детального огляду існуючої проблеми нагадаємо склад виробничої собівартості. Відповідно до п. 11 П(С)БО 16 «Витрати» до виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) необхідно включати:

– прямі матеріальні витрати;
– прямі витрати на оплату праці;
– інші прямі витрати;
– змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати [2].

Наднормативні витрати та нерозподілені постійні загальновиробничі витрати включаються до собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг).

У зв'язку з вказаним порядком формування виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) викликає певні непорозуміння категорія «наднормативних витрат». В П(С)БО 16 «Витрати», а також в інших нормативних документах з обліку витрат на виробництво, відсутнє визначення даної групи виробничих витрат. На практиці можуть існувати наступні випадки за якими перевитрати ресурсів можна віднести до наднормативних витрат:

– перебільшення величини граничного витрачання матеріальних та інших ресурсів, за умови встановлення граничної величини нормативними документами державних органів (наприклад, як це має місце з витрачанням паливно-мастильних матеріалів, витрат на технічний огляд автомобілів тощо);
– перебільшення нормативів, які розроблені безпосередньо підприємством.

Як можна побачити, П(С)БО 16 «Витрати» містить юридичну невизначеність, що призводить до певних труднощів методологічного характеру.

Доречи, зацікавленість викликає так званий «об'єкт витрат – продукція, послуги або вид діяльності підприємства, які потребують визначення пов'язаних з їх виробництвом (використанням) витрат» [2]. Не зрозуміло про що йде річ: чи про об'єкт обліку витрат, чи про об'єкт калькулювання, а можливо це коли об'єкти обліку та калькулювання співпадають?

По-друге, порядок обліку та розподілу загальновиробничих витрат, який викладено у п. 16 П(С)БО 16 «Витрати», викликає ряд проблем при застосуванні положень даного нормативного документа в практиці облікової діяльності.

Загальновиробничі витрати поділяються на постійні і змінні.

До змінних загальновиробничих витрат належать витрати на обслуговування і управління виробництвом (цехів, дільниць), що змінюються прямо (або майже прямо) пропорційно до зміни обсягу діяльності. Змінні загальновиробничі витрати розподіляються на кожен об'єкт витрат з використанням бази розподілу (годин праці, заробітної плати, обсягу діяльності, прямих витрат тощо), виходячи з фактичної потужності звітного періоду.

До постійних загальновиробничих витрат відносяться витрати на обслуговування і управління виробництвом, що залишаються незмінними (або майже незмінними) при зміні обсягу діяльності. Постійні загальновиробничі витрати розподіляються на кожен об'єкт витрат з використанням бази розподілу (годин праці, заробітної плати, обсягу діяльності, прямих витрат тощо) при нормальній потужності. Нерозподілені постійні загальновиробничі витрати включаються до складу собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг) у періоді їх виникнення. Загальна сума розподілених та нерозподілених постійних загальновиробничих витрат не може перевищувати їх фактичну величину [2].

Можна виділити наступні проблеми обліку та розподілу загальновиробничих витрат:

– проблема визначення нормальної потужності підприємства;
– проблема класифікації загальновиробничих витрат на постійні та змінні;
– проблема вибору бази розподілу;
– проблема прогнозування величин постійних загальновиробничих витрат при нормальний потужності у майбутньому.

Звернемо увагу на “Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості” (далі Методичні рекомендації № 373) [4]. Згідно п. 2 Методичні рекомендації № 373 застосовуються для здійснення планування, ведення обліку та калькулювання виробничої собівартості продукції, робіт, послуг промислового характеру як на промислових підприємствах, так і в непромислових організаціях, які випускають промислову продукцію, незалежно від форм власності та господарювання [4].

Методичні рекомендації № 373 містять ряд недоліків.

По-перше, викликає зацікавленість показник „виробнича собівартість" промислової продукції (робіт, послуг) – один з основних економічних показників підприємства, що обумовлює необхідність однозначного визначення методики його розрахунку незалежно від того, де буде використовуватися показник виробничої собівартості: в бухгалтерському, статистичному чи управлінському обліку" [4]. Намір дійсно є гарним, але про яку „однозначну методику розрахунку" кажуть автори Методичних рекомендацій № 373 якщо п. 364 пропонує підприємствам промисловості використовувати систему „директ-костинг", що призводить до формування зрізаної (неповної) собівартості. Тобто виробнича собівартість, згідно документу, що розглядається, може бути в одних випадках повна, а в інших ні, і де „однозначна методика розрахунку"? Крім цього слід сказати наступне:

- так як існування фінансового, статистичного та управлінського обліку викликає й різні підходи, то ідея про єдину методику є утопічною.
- формування виробничої собівартості за системою „директ-костинг" також не відповідає вимогам п. 11 П(С)БО 16 „Витрати".

Згідно наведеного визначення «виробничої собівартості», наднормативні витрати, якщо вони пов'язані з виробництвом продукції (робіт, послуг), необхідно включати до виробничої собівартості. Це стосується і нерозподілених постійних загально виробничих витрат, так як і вони хоча й непрямо, але пов'язані з виробництвом. Це не відповідає вимогам п. 11 П(С)БО 16 „Витрати".

По-друге, класифікація витрат, яка наведена у Методичних рекомендаціях № 373 викликає різноспрямоване враження. Вона містить групування витрат, що оказує позитивний вплив на діючу методологію обліку витрат на виробництво та калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг), так як розкриває зміст чи уточняє поняття які відсутні у П(С)БО. Але описання окремих категорій містить неточності чи трохи по різному описані у різних пунктах у Методичних рекомендаціях № 373. Деякі групи витрат (наприклад, довгострокові витрати) притаманні податковому обліку, але ні як не фінансовому.

По-третє, Методичні рекомендації № 373 не містять чіткого та повного описання нормативного методу обліку витрат та калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг), хоча в окремих пунктах даного нормативного документа є згадки про можливість застосування на підприємствах промисловості цього методу.

Висновки. Виявлено недоліки законодавчо – нормативної бази, яка регламентує облік і формування собівартості в промисловості: 1) протиріччя нормативних документів один одному (наприклад, визначення «виробничої собівартості промислової продукції (робіт, послуг)» з Методичних рекомендацій № 373 не відповідають п. 11 П(С)БО 16 «Витрати»), причому деякі з недоліків можуть зустрічатися тільки в окремих нормативних документах і можуть бути відсутні в інших; 2) неможливість використання окремих вимог усіма підприємствами галузі (встановлення нормальної потужності для підприємств з нестійким виробничим циклом дуже складно); 3) невизначеність окремих категорій та обліково – калькуляційних процедур (наприклад, є невизначеним поняття наднормативних витрат); 4) протиріччя в змісті нормативних документів (різне трактування загальновиробничих витрат у тексті Методичних рекомендацій № 373).

Література

1. Закон України „Про бухгалтерський облік і фінансову звітність в Україні"№ 996-XIV від 16.07.99 р., зі змінами та доповненнями.
2. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 "Витрати". Затверджено наказом Міністерства фінансів України № 318 від 31.12.1999 р., зі змінами та доповненнями.
3. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності». Затверджено наказом Міністерства фінансів України від 07.02.2013 р № 73.
4. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості, затверджені наказом Мінпромполітики України від 09.07.2007 р. № 373.

УДК 658: 336.748.12

ПРОГНОЗУВАННЯ ІНФЛЯЦІЇ ПІДПРИЄМСТВАМИ СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

Рогов В.Г.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Важливим завданням будь-якого підприємства є формування оптимальної структури капіталу. Для прогнозування вартості позикового капіталу потрібно аналізувати чинники, що впливають на кредитну політику банків, зокрема величину інфляції та курс національної валюти. Моделювання інфляції є особливо

актуальним для підприємств суднобудування України, що наразі змушені брати кредити за набагато вищими відсотковими ставками порівняно з іноземними конкурентами.

Передусім, варто використовувати вже готові прогнози інфляції: закладений в державному бюджеті України, від Міжнародного валютного фонду, Національного банку України, аналітичного центру CASE та інших міжнародних і національних фінансових інституцій. Водночас підприємствам також доцільно проводити власні дослідження інфляції експертним методом та за допомогою економіко-математичних моделей.

Моделі першої групи (не казуальні) передбачають, що майбутню інфляцію визначає тільки її минула динаміка. До них належать модель випадкового блукання, авторегресія з лінійним трендом, модель з випадковими компонентами, ARIMA.

Відповідно до моделі випадкового блукання (RW) логарифм рівня цін визначається процесом випадкового блукання з дрейфом:

$$\ln cpi_t = b_0 + \ln cpi_{t-1} + \varepsilon_t,$$

де cpi_t – індекс цін, приведений до бази, в момент часу t,

ε_t – випадкова помилка, що задовольняє умовам Гауса-Маркова.

Модель авторегресії з лінійним трендом (LTAR) заснована на припущенні про те, що динаміка індексу цін задається певним трендом. Відхилення від цього тренда пояснюються минулою динамікою:

$$\ln cpi_t = b_0 + b_1 \ln cpi_{t-1} + b_2 \ln cpi_{t-2} + b_3 trend + \varepsilon_t,$$

Модель з випадковими компонентами (UC) заснована на розкладанні динаміки цін (з виключенням сезонності) на дві складові: тренд і випадкову компоненту. При цьому темп дрейфу тренда може змінюватися з часом, відображаючи структурні зміни в економіці. Розкладання відбувається із застосуванням фільтра Калмана методом максимальної правдоподібності за наступними рівняннями:

$$\ln cpi_t = \ln cpi_{t-1} + drift_t + \varepsilon_t,$$

$$drift_t = drift_{t-1} + u_t,$$

де $drift_t$ відображає темп місячного зростання цін;

u_t – випадкова помилка, що задовольняє умовам Гауса-Маркова.

Вважаємо актуальною для дослідження інфляції підприємствами суднобудування інтегровану модель авторегресії та ковзного середнього ARIMA (p, d, q), параметрами якої є: p – порядок авторегресії, d – порядок інтегрованості часового ряду, q – порядок ковзного середнього.

Загальний вигляд моделі ARIMA(p, d, q):

$$\Delta I_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \cdot \Delta CPI_{t=1} + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \cdot \varepsilon_{t-1} + \sum_{k} \beta_k \cdot d_k,$$

де ΔI – зміна інфляції, t – період часу, β_0 – константа, β_i, β_j – коефіцієнти, d_k – імпульсні фіктивні змінні, ε_t – залишок.

Модель ARIMA (p, d, q) з виокремленням циклічної складової через апроксимацію синусоїдальної функції має вигляд:

$$\Delta I_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \cdot \Delta CPI_{t=1} + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \cdot \varepsilon_{t-1} + \sum_{k} \beta_k \cdot d_k + A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + s,$$

де A – амплітуда, φ, s – параметри, що характеризують початкові умови, ω – кругова частота, що визначає період Т-синусоїди [1].

До казуальних моделей відносяться моделі векторної авторегресії (стандартної VAR і байєсівської BVAR), лінійної регресії (OLS), P*-модель. У них використовуються різні екзогенні змінні, що відображають ситуацію на внутрішньому ринку (індикатори попиту і пропозиції) та зовнішні чинники, що впливають на цінову динаміку.

У моделях векторної авторегресії ендогенними змінними є субіндекси цін на товари і послуги, що входять до складу основних цінових груп. Для кожної групи субіндексів цін використовується свій набір екзогенних змінних, що можуть включатися в підсумкову модель:

$$Y_t = X_t \beta + Z_t \alpha + \varepsilon_t,$$

де Y_t – вектор логарифмів усіх субіндексів інфляції:

$$Y_t = \begin{pmatrix} \ln cpi_{t1} \\ \dots \\ \ln cpi_{tk} \end{pmatrix};$$

X_t – матриця лагових значень ендогенних змінних;

Zt – вектор екзогенних змінних з лагами, враховуючи константу;

α і β – матриці коефіцієнтів перед регресорами;

k – кількість субіндексів цін у кожній моделі.

Модель лінійної регресії, що оцінюється методом найменших квадратів, будується окремо для кожного з субіндексів інфляції. Передбачається, що індекс цін в кожному періоді залежить від минулої динаміки цін і набору екзогенних змінних:

$$\ln cpi_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln cpi_{t-1} + \beta_2 \ln cpi_{t-2} + \alpha Z_t + \varepsilon_t.$$

Заслуговує увагу також P*-модель, що була запропонована Дж. Холманом [2] для аналізу динаміки інфляції в США і базується на кількісній теорії грошей. Дана модель відображає рівноважний рівень цін (P^*), що узгоджується з грошовою пропозицією при заданому потенційному випуску (y^*) і довгостроковому рівню швидкості обігу грошової маси (v^*). Якщо фактичні ціни нижче рівноважного рівня, очікується, що через певний період інфляція зростатиме. Ціни будуть збільшуватися до тих пір, поки не досягнуть рівноваги. І навпаки, якщо фактичні ціни перевищують довгострокову траєкторію, очікується, що в короткостроковому періоді буде спостерігатися зниження цін [3].

Відповідно до P*-моделі рівень інфляції Δp_t в момент часу t знаходять за формулою:

$$\Delta p_t = \alpha_0 + \alpha \cdot (p^*_{t-1} - p_{t-1}) + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \cdot \Delta p_{t-i} + \varepsilon_t,$$

де α – коефіцієнт, зворотна величина якого відображає швидкість повернення цін до рівноважного рівня.

У теперішній час P*-модель використовують центральні банки багатьох держав, зокрема США, Канади, Великобританії, Нової Зеландії, Австралії, Швеції тощо.

Для більш точного прогнозування інфляції доцільно комбінувати зазначені моделі, що дає змогу використання значного обсягу даних, мінімізує можливі помилки під час проведення дослідження, забезпечує швидке реагування при виявленні структурних зрушень.

Висновок. При прийнятті рішень щодо формування оптимальної структури капіталу підприємствам суднобудування важливо прогнозувати інфляцію. Для цього потрібно як використовувати вже складені прогнози, так і проводити власні дослідження методом експертних оцінок і шляхом комбінованого застосування економіко-математичних моделей: моделі випадкового блукання (RW), авторегресії з лінійним трендом (LTAR), неспостережуваної компоненти (UC), векторної стандартної та байєсівської авторегресії (VAR і BVAR), лінійної регресії (OLS), P*-моделі, моделі ARIMA тощо.

Література:

1. **Абакумова, Ю. Г.** Моделирование и краткосрочное прогнозирование инфляции / Ю. Г. Абакумова, С. Ю. Бокова. // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5: Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – Т. 7. – №2, 2017. – С. 104-114.

2. **Hallman, J.** Is the price level tied to the M2 monetary aggregate in the long run? / J. Hallman, R. Porter, D. Small // The American Economic Review. – 1991. – № 81(4). – P. 841–858.

3. **Безбородова, А. В.** P*-модель для инфляции Беларуси: альтернативные подходы / А. В. Безбородова // Банкаўскі веснік, снежань 2015. – С. 30-40.

УДК 657

ПИТАННЯ СУТНОСТІ УПРАВЛІНСЬКОГО ОБЛІКУ

Шевчук Світлана Юріївна
Прокопович Леонід Борисович
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв, Україна, kalka.root@gmail.com

Згідно ст. 1 Закону України “Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні” № 996-XIV від 16 липня 1999 р. “внутрішньогосподарський (управлінський) облік - система обробки та підготовки інформації про діяльність підприємства для внутрішніх користувачів у процесі управління підприємством” [1]. Незважаючи на надане у законодавчій базі визначення в економічній літературі існує різноманітні погляди щодо визначення даного поняття. До речі, незрозуміло, чому автори Закону № 996-XIV назвали управлінський облік внутрігосподарським? Але розглянемо погляди інших фахівців.

Апчьорч А. нагадує, що в офіційній термінології Інституту спеціалістів з управлінського обліку (Chartered Institute of Management Accountants - CIMA) надається наступне визначення: “невід’ємна частина менеджменту, пов’язана із виявленням, наданням та інтерпритацією інформації” [2].

В свою чергу, Ентоні А.А., Раджив Д.Б., Каплан Р.С., Янг С.М. підтримують визначення категорії “управлінський облік” яке надане професійною організацією під назвою - Інститут управлінських бухгалтерів (Institute of Management Accountants). Це визначення каже, що “управлінський облік - це процес, який додає вартість, безперервно удосконалює планування, проектування, вимірювання та функціонування систем фінансової та нефінансової інформації, що спрямовує діяльність менеджменту, мотивує поведінку, підтримує та створює культурні коштовності, необхідні для досягнення стратегічних, тактичних та оперативних цілей організації”. Як на наш погляд, це в певній мірі ідеалізоване та узагальнене визначення, яке здатне трохи заплутати.

За думкою Кукукіной І.Г. “Управлінський облік - процес, який відбувається всередині фірми із використанням функцій обліку, планування, контролю та оцінки її діяльності, організаційної роботи, стимулювання і інформаційних зв’язків щодо координації дій. Він реалізує системний підхід до ідентифікації, вимірювання, збирання, аналізу, підготовці, інтерпретації і передачі інформації, яка потрібна керівнику для виконання його функцій” [3].

Мішин Ю.А. вважає, що “В сучасних умовах розвитку виробничих відношень система внутрішньовиробничого обліку і контролю інтегрується в єдину систему управлінського обліку. Поняття “управлінський облік” набагато ширше понять “внутрішньовиробничий облік”, “бухгалтерський облік”, “управління”. Управлінський облік як система обліку, контролю та управління підприємством базується на найбільше ефективних методах аналізу, планування, нормування та управління.” [4].

Колектив авторів, під керівництвом Палія В. і Вандер Віла Р. [5] кажуть наступне: “Управлінський облік - фаза облікової діяльності, яка спрямована на надання робочої інформації керівництву. Управлінський облік, в першу чергу, займається наданням інформації для планування і контролю в процесі управління”. При чому вони відмічають: “Всупереч розповсюдженої в багатьох фірмах думки, що ключове слово в терміні “управлінський облік” є не “управління”, а “облік”. Необхідно зробити чітке та важливе розмежування. Неспроможність відчувати ці відмінності явилося основною причиною більшості невдач, які відчули менеджери на Заході під час спроб використовувати систему управлінського обліку” [5]. Інший колектив [6] вважає, що управлінський облік - підсистема бухгалтерського обліку, яка в межах однієї організації забезпечити її управлінський апарат інформацією, яка використовується для планування, безпосередньо управління і контролю за діяльністю організації.

Як можна побачити з наведених нами цитувань - в обліковій літературі не існує остаточного визначення управлінського обліку.

Під управлінським обліком ми будемо розуміти підсистему обліку яка задовольняє інформаційні потреби внутрішніх користувачів у процесі управління діяльністю організацією. Згадавши в визначенні даної категорії “внутрішніх користувачів ” доцільно розглянути їх склад. Атамас П.Й. відмічає: «...тільки одна група (менеджери підприємства) користуються даними управлінського обліку. Для решти користувачів інформація управлінського обліку є комерційною таємницею» [7].

Характеризуючи сутність управлінського обліку, слід зазначити його найважливішу особливість: управлінський облік пов'язує процес управління з обліковим процесом. Предметом управління є процес впливу на об'єкт чи процес управління з метою організації і координування діяльності людей для досягнення максимальної ефективності виробництва. Розглянемо предмет управлінського обліку.

Лень В.С. каже, що предметом управлінського обліку є контроль за формуванням собівартості продукції стосовно центрів витрат і сфер відповідальності, визначення рентабельності та пошук резервів зниження витрат і зростання прибутку [8].

Партин Г.О. і Загородній А.Г. мають думку: що «Предметом управлінського обліку є інформаційне забезпечення управління підприємством. Інформація, яку формують в системі управлінського обліку, має

всебічно характеризувати як діяльність підприємства загалом, так і діяльність його структурних підрозділів, як окремі види діяльності (операційну, інвестиційну, фінансову), так і окремі види продукції, що виробляються підприємством, як внутрішні чинники впливу на виробничо-фінансову діяльність, так і чинники впливу, зумовлені зовнішнім середовищем»[9].

Предмет управлінського обліку розкривається у його об‘єктах.

У зв‘язку з чим Партин Г.О. та Загородній А.Г. висловлюють наступну думку.

Оскільки більшість управлінських рішень базується на зіставленні доходів і витрат, можна виділити такі основні об'єкти управлінського обліку:

- витрати, доходи та фінансові результати діяльності підприємства, попередньо відображені у фінансовому обліку, які в управлінському обліку перегруповуються за їхнім цільовим призначенням (за видами продукції, замовленнями, господарськими процесами, стадіями виробництва, центрами відповідальності, сферами діяльності, регіонами реалізації тощо);
- системи, методи та прийоми обліку й калькулювання витрат;
- методи формування ціни на продукцію та методи трансферного ціноутворення;
- методи та прийоми формування і подання внутрішньої (управлінської) звітності (зміст, призначення, терміни подання);
- методи збирання і систематизації даних для прогнозування, планування (бюджетування), аналізу та контролю витрат, доходів і фінансових результатів;
- методи збирання і систематизації інформації про чинники впливу зовнішнього підприємницького середовища на виробничо-господарську діяльність підприємства [9].

Розглянувши запропонований перелік «об‘єктів управлінського обліку» можна зробити висновок про те, що це повна несумісниця, так як методи не можуть бути об‘єктами даної підсистеми обліку.

Добикіна Е.К., Ровенська В.В., Рижикова В.С. [10] вважають, що існує наступні групи об‘єктів управлінського обліку:

1) виробничі ресурси, що забезпечують доцільну працю людей у процесі господарської діяльності підприємства;

2) господарські процеси і їхні результати, що складають у сукупності виробничу діяльність підприємства.

До складу виробничих ресурсів належать:

- основні фонди — засоби праці (машини, устаткування, виробничі будинки і т.д.), їхній стан і використання;
- нематеріальні активи — об'єкти довгострокового вкладення (право користування землею, стандарти, ліцензії, товарні знаки і т.д.), їхній стан і використання;
- матеріальні ресурси — предмети праці, призначені для оброблення в процесі виробництва за допомогою засобів праці;
- трудові ресурси;
- результат праці.

До другої групи об'єктів управлінського обліку відносять такі види діяльності:

- постачальницько-заготівельну — придбання, збереження, забезпечення виробництва сировинними ресурсами, допоміжними матеріалами і виробничим устаткуванням із запасними частинами, призначеними для його утримання і ремонту, а також маркетингову діяльність, пов'язану з процесами постачання;
- виробничу — процеси, що обумовлені технологією виробництва продукції і складаються з основних і допоміжних операцій; операції з удосконалення продуктів, що випускаються, і розробці нових;
- фінансово-збутову — маркетингові дослідження й операції з формування ринку збуту продукції;
- безпосередньо збутові операції, в тому числі упакування, транспортування й інші роботи; операції, що сприяють росту обсягу продажів, починаючи від реклами продукту і закінчуючи встановленням прямих зв'язків зі споживачами; контроль якості продукції, що випускається;
- організаційну — створення організаційної структури підприємства, вичленовування із системи підприємства функціональних відділів, служб, цехів, ділянок; організація інформаційної системи на підприємстві з прямим і зворотним зв'язком, що відповідає вимогам внутрішніх комунікаційних зв'язків між структурними підрозділами, різними рівнями управління, що відповідає функціям планування, контролю, оцінки виконання плану, стимулювання; операції координування дій внутрішніх виконавців, спрямованих на виконання основної мети підприємства [10].

Висновки. Дослідження теоретичної бази з питань управлінського обліку виявило численні протиріччя щодо його визначення, цілей, завдань та принципів. Вказане негативно впливає на його впровадження до облікової практики вітчизняних підприємств.

Література

1. Закон України „Про бухгалтерський облік і фінансову звітність в Україні”№ 996-XIV від 16.07.99 р., зі змінами та доповненнями.
2. **Апчёрч А.** Управленческий учет: принципы и практива: Пер. с англ. / Под ред. Я.В. Соколова, И.А. Смирновой. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 952 с.
3. **Кукукина, И. Г.** Управленческий учет. Управление затратами. Управленческий анализ : учебник / И. Г. Кукукина М. : Высшее образование, 2008. — 418 с.
4. **Мишин Ю.А.** Управленческий учет: управление затратами и результатами производственной деятельности: Монография. - М.: Издательство "Дело и сервис", 2002. – 176 с.
5. Управленческий учет / Под ред. В. Палия и Р. Вандер Вила. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 480 с.
6. Управленческий учет: Учебное пособие / Под редакцией А.Д. Шеремета. - М.: ИД ФБК-ПРЕСС, 2000. - 512 с.
7. **Атамас П.Й.** Управлінський облік: 2-ге вид. Навчальний посібник. - К.: Центр навчальної літератури, 2009. - 440 с.
8. **Лень В.С.** Управлінський облік : підручник / В.С. Лень. — Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2015. — 328 с.
9. **Партин Г.О., Загородній А.Г.** Управлінський облік: Навч. посіб. – 2-ге вид., випр. і доп. – К.: Знання, 2007. – 303 с.
10. **Добикіна Е.К., Ровенська В.В., Рижиков В.С.** Управлінський облік в оперативній діяльності підприємства. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2005. – 272 с.

УДК 005.8:656.6

ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ В МЕХАНІЗМАХ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ВНУТРІШНЬОГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Поткін І.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Транспорт – важлива складова економічної системи країни. Його ефективне функціонування є необхідною умовою стабілізації, реалізації структурних перетворень економіки, розвитку зовнішньоекономічних сфер діяльності, підвищення життєвого рівня населення, забезпечення національної безпеки країни [1].

В Україні функціонує розгалужена мережа всіх видів транспорту: залізничний, автомобільний (наземні), морський, річковий, озерний (водні), повітряний, трубопровідний. Вони взаємодіють між собою і становлять транспортну систему, що розвивається під впливом господарства у цілому та окремих його галузей. Транспортний фактор є одним з вирішальних при розміщенні промислових підприємств і формує основні вантажопотоки.

Дніпро – третя за довжиною річка в Європі, має могутній потенціал у сфері річкових перевезень і є транспортною магістраллю, що значно підвищує його конкурентний рейтинг. Річка Дніпро є основною водною артерією України, її водні ресурси становлять понад 60% усіх водних ресурсів країни. Довжина Дніпра становить 2201 км, з яких 954 км припадає на територію України. Довжина судноплавної ділянки становить 1018 км. Басейн Дніпра займає близько 65 відсотків річкового простору України [2]. Річковий транспорт має низку переваг перед іншими видами вантажоперевезень, і насамперед − це економічність.

Внутрішній водний транспорт як система включає:

1. Вантажні потоки.
2. Водні шляхи.
3. Транспортні засоби.
4. Професійні кадри, що забезпечують експлуатацію транспортних засобів.
5. Портові системи, перевантажувальні термінали, транспортно-складські комплекси.

Дніпровські порти належать до об'єктів, що мають суттєве значення для розвитку європейських міжнародних комбінованих перевезень. На р. Дніпро налічується вісім портів міжнародного значення, що розташовані в містах: Київ, Черкаси, Кременчук, Дніпродзержинськ, Дніпро, Запоріжжя, Нова Каховка і Херсон (річковий) [2].

Відповідно до концепції створення і функціонування системи міжнародних транспортних коридорів (МТК) на 2010–2020 рр. передбачено створити у містах Києві, Черкасах, Дніпрі і Запоріжжі спеціалізовані перевантажувальні термінали і транспортно-складські комплекси, які повинні забезпечити залучення і переробку транзитних вантажів з води на автомобільний і залізничний транспорт, а також з одного коридору

на інший. Зараз пропускні можливості Запорізького і Дніпровського річкових портів використовуються всього на 20–25%.

Територіальне, або просторове планування є нині одним із невід'ємних атрибутів управлінської діяльності. Саме завдяки сучасним планам і програмам можливе ефективне використання ресурсів усіх рівнів і видів внутрішнього водного транспорту (ВВТ).

Під просторовим плануванням розуміється оптимальна організація простору ВВТ з урахуванням його особливостей, характеристик та часових параметрів [4]. Кінцевою метою є розроблення шаблону/моделі для майбутнього розвитку. Простір ВВТ формує географічну проекцію поширення людської діяльності в контексті наслідків для навколишнього середовища. Поява просторового аспекту ідентифікує якісні зміни у плануванні загалом, усвідомлення необхідності довгострокового, стратегічного планування, а також обмежених можливостей суто економічного, галузевого підходу, віддаленого від конкретного місця, зони, області, країни. Практично всюди у світі усвідомлено, що стратегічне планування, стратегічне мислення в цілому неможливе поза просторовими координатами.

Просторове планування охоплює заходи з координації просторових впливів для досягнення рівномірного розподілу економічного розвитку між регіонами. Відповідно, його метою є організація та розвиток ВВТ завдяки створення умов для збільшення вантажопотоків та пасажирських перевезень річковим транспортом.

Просторове планування забезпечує:

- сприяння територіальної згуртованості об'єктів транспортно-логістичної системи та підвищення їх конкурентоспроможності;
- оптимізацію розподілу інвестиційних ресурсів;
- створення умов для працевлаштування професійних кадрів;
- включання заходів по охороні навколишнього середовища та збереженню національних ресурсів.

Для реалізації механізмів просторового планування розробляються спеціалізовані програмні комплекси. При цьому використовуються сучасні інструменти декомпозиції, аналізу та синтезу організаційно-технічних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проект нової редакції Морської доктрини України на період до 2035 року. – К.: НІСД, 2016. – 42 с.

2. **Карамушка В.І.** Просторове планування розвитку прибережної смуги морів України / УкрНЦЕМ. - Одеса: Типография —Принт Бистро, 2009. - 55 с.

3. Проект Закону про внутрішній водний транспорт. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=56230.

4. Территориально-пространственное планирование - Ключевой инструмент развития и эффективного управления с уделением особого внимания странам с переходной экономикой. [Электронный ресурс] // Европейская экономическая комиссия. - Нью-Йорк и Женева: Организация Объединенных Наций, 2008. Режим доступа: \www/ URL: http://www.unece.org

УДК 65.012.8

ФІНАНСОВІ ІНТЕРЕСИ, ЧИННИКИ ТА ЗАГРОЗИ В СИСТЕМІ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ

Усенко Олександр Олександрович
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Проблема забезпечення фінансової безпеки суб'єктів господарювання отримала у даний час надзвичайну актуальність. Сучасний період розвитку економіки характеризується фінансовими кризами, зростанням нестабільності, коливанням цін на енергоносії, сировину і матеріали, підвищенням цін на банківські послуги. В цих умовах підприємства зіткнулися з пошуком принципово нових підходів до забезпечення фінансової безпеки. Для цього необхідно, щоб керівники різних рівнів, приймаючи управлінські рішення, враховували необхідність дотримання фінансової безпеки, знали технології її забезпечення, основні об'єкти захисту, зовнішні та внутрішні небезпеки і загрози тощо.

Питання забезпечення фінансової безпеки на рівні суб'єктів господарювання досліджуються багатьма вченими, як вітчизняними, так і зарубіжними. Дослідженнями різних аспектів забезпечення фінансової безпеки на рівні підприємницьких структур займаються зокрема такі вчені, як І. Бланк, Т. Васильців, В. Волошин, О. Бойкевич, В. Каркавчук, І. Мойсеєнко, О. Марченко, К. Горячева, А. Єпіфанов, Ю. Кім, Р. Папехін, Н. Рябова, О. Дурнєва, Г. Саруханян, О. Бадаєва та ін.

Фінансова безпека – це можливість підприємства попереджати і нейтралізувати можливі загрози щодо погіршення його фінансового стану. В сучасних економічних умовах перед кожним підприємством гостро стоїть проблема її забезпечення. Формування ефективної системи фінансової безпеки на підприємстві є однією з найважливіших умов його стійкого зростання, забезпечення позитивних результатів діяльності та досягнення цілей суб'єктів господарювання.

Створити універсальну систему фінансової безпеки підприємства неможливо, оскільки кожне підприємство унікальне, має свої особливості функціонування, потенціал, технічні та технологічні можливості, ринкові позиції тощо. В загальному її можна представити як комплекс заходів по локалізації різноманітних загроз і небезпек, що перешкоджають діяльності підприємства і його життєво важливим фінансовим інтересам.

Управління фінансовою безпекою органічно входить в загальну систему управління безпекою підприємства і являє собою найважливішу його функціональну ланку, яка забезпечує реалізацію управлінських рішень переважно у фінансовій сфері діяльності підприємства. Процес забезпечення фінансової безпеки підприємства зумовлює формування необхідних елементів і загальної схеми організації безпеки.

Формування та функціонування системи фінансової безпеки підприємства пов'язано із різноманітними процесами. В першу чергу із забезпеченням фінансової безпеки підприємства тісно пов'язана реалізація фінансових інтересів підприємства. По суті, реалізація фінансових інтересів підприємства і є змістом забезпечення його фінансової безпеки. Тому захист власних фінансових інтересів підприємства виступає найважливішою складовою забезпечення належного стану його фінансової безпеки. На цьому етапі управління фінансовою безпекою підприємства визначається перелік пріоритетних фінансових інтересів підприємства, формування інтересів суб'єктів зовнішнього середовища, побудова рейтингу інтересів, оцінка внутрішньої та зовнішньої несуперечливості інтересів, кількісна та якісна оцінка інтересів, оцінка можливості усунення протиріч інтересів, визначення форм гармонізації інтересів підприємства та інтересів суб'єктів зовнішнього середовища. Суб'єктами фінансових інтересів підприємства виступають власники підприємства, його керівництво, персонал, тобто дотримується певна ієрархія фінансових інтересів підприємства. Загалом, фінансові інтереси є важливою складовою забезпечення розвитку підприємства й економічних відносин з оточуючим середовищем. Вони є об'єктивним виразом фінансової діяльності підприємства і провідною складовою економічних інтересів підприємства взагалі.

Механізм забезпечення фінансової безпеки підприємства повинен бути здатним врахувати його різнобічні інтереси, оскільки ущемлення економічних інтересів підприємства може негативно позначитися на його стійкості та конкурентоспроможності. Визначення системи пріоритетних фінансових інтересів підприємства та їх синхронізація з інтересами суб'єктів зовнішнього середовища є відправною точкою формування механізму забезпечення фінансової безпеки підприємства. Можливі форми узгодження інтересів внутрішнього та зовнішнього середовищ – збалансованість інтересів, якщо підприємство і суб'єкт зовнішнього середовища, який з ним взаємодіє, перебувають у рівних умовах; адаптація до інтересів більш сильного партнера, яка за своїм характером може бути як пасивною, так і активною.

В процесі забезпечення фінансової безпеки підприємства надзвичайно важливо володіти інформацією про всі чинники, які так чи інакше впливають чи можуть впливати в майбутньому на діяльність підприємства. При формуванні переліку чинників варто визначити як саме динаміка зовнішнього і внутрішнього середовища в короткостроковому та довгостроковому періоді позначатиметься на динаміці фінансового стану підприємства.

До внутрішніх чинників, які впливають на рівень фінансової безпеки всередині підприємстві та призводять до зниження його фінансових показників, належать рівень фінансової стійкості, рівень ліквідність і платоспроможність підприємства, співвідношення власного і позикового капіталу, технічність і технологічність виробництва та ін.

До зовнішніх чинників, які впливають на фінансову безпеку підприємства ззовні, можна віднести платоспроможність дебіторів, вартість і якість наданих кредитних послуг, надійність партнерів, покупців і постачальників (контрагентів), характер дій з боку державних органів та органів місцевого самоврядування, характер дій з боку конкурентів та інших зацікавлених осіб, насиченість ринків факторів виробництва (засобів виробництва, трудових ресурсів, фінансів), інтенсивність конкуренції в галузі та регіоні, стан існуючої економічної ситуації в країні, екологія в регіоні тощо.

Аналізуючи внутрішні і зовнішні чинники та їх вплив на діяльність підприємства в процесах забезпечення його фінансової безпеки формується перелік реальних і потенційних загроз та здійснюється їх оцінка. В першу чергу оцінюються такі загрози: внутрішні негативні дії – неефективне фінансове планування та управління активами, малоефективна ринкова стратегія, помилкова кадрова і цінова політика тощо; зовнішні негативні дії – спекулятивні операції на ринку цінних паперів, цінова та інші форми конкуренції тощо; форс-мажорні – стихійне лихо, страйки, збройні конфлікти тощо.

Зміни, явища та стани, які сигналізують про наявність негативних внутрішніх явищ – різкі зміни оптимальних значень статей балансу як у пасиві, так і в активі, дефіцит обігових коштів, отримання збитків від

реалізації продукції, значне перевищення темпів зростання витрат над отриманим чистим доходом, падіння попиту на продукцію підприємства незалежно від його галузевої належності, погіршення усіх показників діяльності підприємства, недосконалий механізм ціноутворення, відсутність договірної дисципліни, відсутність юридичної служби, відсутність перспективного планування, відсутність джерел довгострокового фінансування капіталовкладень тощо.

Зміни, явища та стани, які сигналізують про наявність негативних зовнішніх явищ – зниження платоспроможності дебіторів, підвищення ненадійності якогось із партнерів, покупців чи постачальників, протидія державних органів та органів місцевого самоврядування, нестабільність економіки, погіршення екології у регіоні, підвищення рівня інфляції, агресивна скупка акцій, боргів підприємства, підвищена активність кредиторів щодо стягування боргів, недостатньо розвинена правова система захисту прав інвесторів і виконання законодавства, криза грошової, фінансової та кредитної систем, нерозвиненість ринків капіталу та їх інфраструктури, недосконалість механізмів формування економічної політики держави тощо.

Внаслідок існування великої кількості різних загроз, що можуть одночасно стосуватися різних сфер діяльності підприємств, виникає об’єктивна необхідність розробки та реалізації заходів щодо вдосконалення економічних механізмів управління фінансовою безпекою суб’єкта господарювання.

Висновки. Повноцінне та ефективне вирішення задач, що стоять перед підприємницькими структурами, багато в чому залежить від результативності їх господарської діяльності, яку вони здійснюють в умовах невизначеного і конкурентного середовища, під впливом як внутрішніх, так і зовнішніх чинників. За таких умов особливо гостро стоїть проблема забезпечення фінансової безпеки суб’єктів господарювання, оскільки вона є однією з важливих складових забезпечення економічної безпеки підприємства. Управління фінансовою безпекою має на меті забезпечення фінансової стабільності підприємства, вчасне попередження та реалізацію заходів щодо усунення фінансових проблем у його діяльності. При цьому об’єктом системи забезпечення фінансової безпеки виступає стабільний фінансовий стан суб’єкта підприємницької діяльності в поточному і перспективному періоді. Оскільки об’єкт захисту є багатоаспектним, то ефективне забезпечення фінансової безпеки повинне ґрунтуватися саме на системному підході до управління цим процесом. Керівники підприємства, його структурних підрозділів та служб, менеджери повинні приділяти досить уваги даному питанню, враховуючи фінансову безпеку при розробці генеральної фінансової стратегії підприємства.

Література

Ареф’єва О. В., Кузенко Т. Б. Економічні основи формування фінансової складової економічної безпеки. *Актуальні проблеми економіки*. 2009. № 1(91). С. 98-103.

Горячева К.С. Фінансова безпека підприємства. Сутність та місце в системі економічної безпеки. *Економіст.* 2003. № 8. С. 65-67.

Заросило В. О. Загрози фінансовій безпеці та їх класифікація. *Наукові праці МАУП.* 2017, вип. 52(1). С. 17–22.

Зачосова Н. В., Бибик А. М. Напрями забезпечення фінансової безпеки суб’єктів господарської діяльності. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. Вип. 15, Ч. 1. С. 25-28.

Картузов Є. П. Визначення фінансової безпеки підприємства: поняття, зміст, значення і функціональні аспекти. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. №(134). С. 172-181.

Кім Ю.Г. Проблеми управління фінансовою безпекою підприємства. Безпека у XXI столітті. Львів. 2010. С. 73-80.

Орлик О. В. Система загроз економічній безпеці суб’єктів господарювання. *Вісник соціально-економічних досліджень : зб. наук. праць.* Одеса : ОНЕУ. 2014, Вип. 1(52). С. 250-257.

УДК: 005.511

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ЛОГІСТИЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ СУДНОБУДІВНИХ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ

Запорожець І.М., Трушлякова А.Б., Напованець Н.В.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Під інформаційними системами і інформаційними технологіями в сучасній логістиці зазвичай розуміється комплекс програмно-технічних засобів і методів виробництва, передачі, обробки інформації, що забезпечує рух ресурсів по системі. Інформаційні системи та інформаційні технології інтегрують інформаційні потоки на основі сучасних методів обробки і передачі даних. Інформаційні потоки, пов'язані з організацією виробництва, можна розділити на потоки окремого підприємства і міжорганізаційні потоки, які проходять через систему і генерують інформацію для прийняття управлінських рішень.

Міжорганізаційна кооперація в суднобудівну кластерну систему є викликом сьогодення. Конкурентоспроможність кластеру визначається науково-технічною складовою та ресурсами, які задіяні для реалізації технологічного циклу. Індивідуальний характер суднобудівного виробництва істотно впливає на кількісні і структурні параметри матеріальних потоків, ускладнюючи процес управління ними.

Продукція суднобудівних підприємств призначена для конкретного замовника і не потребує спеціальних механізмів реалізації. Кожний проект є індивідуальним замовленням і вимагає відповідної ресурсної складової, яка закладена на передінвестиційній фазі і залучається на інвестиційній. Вартість судна складається з поетапних платежів по частковій готовності виконаних робіт. Фінансові ресурси використовують на пошук та закупку матеріальних, які згодом стають виробничими запасами. Запаси приймають участь в реалізації проекту і поступово переходять в незавершене виробництво і лише через час стають готовою продукцією. Переміщення фінансових ресурсів в матеріальні відбувається на протязі реалізації проекту. Ресурси визначаються часом, який витрачений на реалізацію одного циклу. Цикл кругообігу ресурсів включає три стадії: заготівельна, виробнича, збутова. На суднобудівних підприємствах найбільш тривала виробнича стадія за використанням всіх видів ресурсів: фінансових, матеріальних, трудових.

Внутрішньо-логістичні процеси включають матеріально-технічну підготовку виробництва, яка являє собою сукупність всіх взаємопов'язаних процесів і забезпечує реалізацію існуючих бізнес-процесів на підприємстві необхідними комплектуючими, матеріалами у відповідності плану проекту, об'ємам і терміну виконання робіт. Основною метою матеріально-технічного забезпечення підприємства є своєчасне забезпечення виробничого процесу необхідними ресурсами. Ресурсна складова є основою в реалізації проектів суднобудівних підприємств.

Логістичні функції реалізуються через потік ресурсів які задіяні на проекті. Для ефективного управління проектами, складання мережевих графіків та відстеження ходу використання ресурсів і проектних робіт суднобудівні підприємства використовують локальну інформаційну систему MS Project. Задачі логістики, які вирішуються в інформаційній системі:

- розробка структурної декомпозиції робіт з визначенням повного переліку робіт проекту;
- формування списку ресурсів і призначення їх на роботи проекту;
- побудова мережевої моделі проекту з визначенням послідовності робіт і встановленням зав'язків між операціями;
- визначення календарів ресурсів з часом їх використання на проекті;
- розробка бюджету проекту і визначення об'ємів фінансування по проекту;
- моніторинг проекту з використанням методу освоєного обсягу.

Даний інструмент дозволяє формувати і управляти ресурсами по проекту, а також використовувати дану інформацію для інтеграції потоків ресурсів в єдиний корпоративний комплекс для прийняття управлінських рішень на рівні як підприємства, так і кластеру.

Кластерне об'єднання підприємств використовує корпоративну мережу, компонентами якої є локальні інформаційні системи і інтегровані програмні продукти. Корпоративна інформаційна система призначена для автоматизації всіх функцій кластеру: науково-технічної, маркетингової, виробничої, ремонтної. Корпоративна інформаційна система об'єднує ресурси кластеру на основі єдиного інформаційного простору.

Література:

1. **Запорожець І.М.** Процесно-орієнтоване управління в суднобудівних кластерних системах **/** І.М.Запорожець, М.В. Фатєєв, Б.Ю. Козир / Електронне наукове фахове видання "Східна Європа: економіка, бізнес та управління". – Дніпро, 2018 р. Випуску № 4 (15). Веб-сайт журналу: www.easterneurope-ebm.in.ua Фахове видання

2. **Яценко Р. М.** Інформаційні системи в логістиці : навчальний посібник / Яценко Р. М., Ніколаєв І. В. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2012. – 232 с.

УДК 336

ФІНАНСОВО-ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА АНТИКОРУПЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМНОГО ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ

Зінченко Андрій Ігорович
Карась Петро Миколайович
Приходько Наталія Василівна
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Проблема боротьби з корупцією є навальною для України про що додатково свідчить наполегливість міжнародних фінансових партнерів держави у питанні створення антикорупційного суду. Водночас у відповідності до Закону України «Про запобігання корупції» корупція визначається як використання особою наданих їй службових повноважень чи пов'язаних з ними можливостей з метою одержання неправомірної вигоди або прийняття такої вигоди чи прийняття обіцянки/пропозиції такої вигоди для себе чи інших осіб. В свою чергу неправомірна вигода визначена законодавством як грошові кошти або інше майно, переваги, пільги, послуги, нематеріальні активи, будь-які інші вигоди нематеріального чи негрошового характеру, які обіцяють, пропонують, надають або одержують без законних на те підстав [1]. В широкому сенсі за межами безпосередньо грошової форми мова йде в т.ч. про фінансові відносини, які врешті решт можуть і не матеріалізуватись в самі гроші, але одночасно мати наслідками значні рухи активів, зобов'язань, тощо. Окремою пов'язаною проблемою в цьому контексті є легалізація доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансування тероризму та фінансування розповсюдження зброї масового знищення [2]. Боротьба зі вказаними явищами здійснюється серед традиційних правоохоронних заходів фінансово-спеціалізованими, в т.ч. шляхом фінансового моніторингу [3], а найближчим часом планується створення спеціалізованої Служби фінансових розслідувань, оскільки фінансова галузь, а як вище доведено вказана проблематика має поруч із юридично-зловмисним і фінансово-прикладний характер, є фактично провідником протиправних діянь в частині об'єктивного боку правопорушень на базі протиправного використання зловмисниками існуючих законних фінансових механізмів і технологій без яких сучасне суспільне життя практично неможливо в поточних формі та вигляді. Таким чином спеціалізовані знання в сучасній фінансовій галузі є невід'ємним інструментом боротьби з корупцією та легалізаціє незаконних доходів і боротьбою з тероризмом.

Вказана проблематика лише формує науковий погляд сучасних фінансових науковців, оскільки історично вказаними проблемами займалися в основному науковці-юристи. Тому системних досліджень в фінансовому ключі на даний час не представлено.

Зазначене у сукупності обумовлює нагальну актуальність питання.

На ранніх стадіях розвитку антикорупційного процесу спеціальні суб'єкти декларували власні доходи виходячи з в першу чергу довідок по доходи [4]. В узагальненому випадку там вказана сума нарахованих доходів до оподаткування. Водночас розпорядитися вією сумою з довідки або декларації не може ніхто як мінімум через необхідність відрахування відомих сум податків. Чи вистачить залишку після вирахувань умовному декларанту для проведення заявлених ним банківських операцій? Такий умовний контроль необхідно було вдосконалювати. В епоху готівки і паперового документообігу зробити це дуже складко. Однак епоха інформаційних технологій і цифрових систем внесла радикальні зміни в перспективи питання і зовсім скоро ця процедура може бути змінена. Практично всі організаційно-технічні передумови для цього вже сформовані. Нами пропонується перспективне бачення вирішення проблеми із використанням інноваційних технологій в т.ч. в морегосподарській сфері як однієї з найбільш корупційно вразливих через генерацію значних фінансових потоків та високим ступенем формалізації процесів та відповідальних за них.

Для цього згадаємо таку фундаментальну віху активно впроваджуваної нині кешлес економіки як виплата заробітних плат у безготівковій формі – на банківську картку.

Зручність підходу користувачі оцінили не відразу. Якщо звернутися до статистики НБУ, то перший час основною операцією клієнтів за зарплатними картками була «отримання готівки» на всю суму в день зарахування в банкоматі.

Позитивний момент в такому осучасненні зарплатних відносин був, але спроби реалізувати його з використанням національної системи масових електронних платежів провалилися.

Отже узагальнені ретроспективно статистичні дані НБУ свідчать, що якщо на кінець 2001 року в країні було 3,2 мільйона власників 3,6 мільйона активних платіжних карток, то на квітень 2018 року кількість власників зросла до майже 42 млн осіб, яким було видано майже 60 млн карток. Активними є близько 35 млн [5].

Наступним завданням банків і законодавця було мотивувати отримувачів виплат здійснювати витрати не виводячи кошти з-під банківського контролю. Тобто безготівково в торговельній і не тільки мережі.

Більше від інших в цьому досяг успіху Приватбанк але не без допомоги держави, яка зобов'язала всіх основних учасників торгівлі мати обладнання для прийому платіжних карток, у клієнтів банків з'явилася

реальна можливість і інші способи користуватися безготівковими грошима. Це і системи онлайн банкінгу, і реальна можливість розплатитися в основних місцях торгівлі карткою.

Сьогодні в 178 тис. підприємств торгівлі та послуг встановлено близько 240 тис. терміналів [5]. І навіть мережа банкоматів – 19 тис. по країні, до яких лояльний до кешлесу клієнт став звертатися все рідше.

У проміжному підсумку середній власник картки до банкомату став підходити не так часто і чималу частину своїх витрат здійснювати з використанням картки.

Конкретні статистичні дані свідчать: якщо в 2002 році власники 3,6 млн карток здійснили 6 млн платежів картками на суму 1 163 млн грн, то операцій зняття готівки з цих картках було 68 млн на суму 18 885 млн грн. Операцій зняття готівки було в більш ніж 11 разів більше за кількістю і більш ніж в 16 разів більше за сумами[5].

Середнє зняття готівки тоді становило 277,7 грн при середній зарплаті в 376. Таким чином ми підтверджуємо статистично, що на зорі кешлесу близько 75% зарахувань на картки з них знімалося готівкою.

У 2017 році картина змінилася. 42 млн власників 60 млн карток здійснили вже 2 311 млн безготівкових платежів на 835 000 млн грн. А ось готівку знімали 780 млн разів на 1 289 721 млн грн.[5]

Кількість власників карток зросла в 11,6 разів, кількість оплат перевищила кількість зняття готівки майже в 3 рази. Сума зняття готівки перевищила суми безготівкових оплат за все приблизно в 1,5 рази.

При цьому середня сума зняття готівки склала вже 1653,5 грн при середній зарплаті 6785 грн.

Звичайно, сьогодні зарахування на картки мають іншу структуру, ніж в 2002 році, і на це потрібно робити поправку. Але середнє зняття готівки в банкоматі склало вже тільки 24% від середньої зарплати, тобто зменшилося за 16 років в 3 рази.

Додатково НБУ провадить політику зниження планки по великих покупках за готівковий розрахунок і розрахунках між юридичними особами[6].

Таким чином сьогодні генеруються цінні масиви даних, що підлягають аналізу на предмет виявлення статистичних залежностей та іншої цільової інформації. З набором статистики на істотних тимчасових інтервалах математично можуть бути розраховані умовно середні витрати особи на продукти харчування, зв'язок, розваги, ліки і т. п. Будуть визначені часові, географічні, продуктові вподобання. Визначені поведінкові профілі. Що в перспективі дозволить досить точно оцінювати вільні залишки коштів на рахунках особи і правдоподібність рухів по них. У поєднанні із системами блокування нетипових операцій це відкриває горизонти автоматизації антикорупційної боротьби, що дозволить виключити головний суб'єктивний фактор такої боротьби – живу людину.

Використовуючи такі підходи у державних масштабах вже практично завтра у клієнта при черговому фінансовому моніторингу операції цілком можуть попросити, якщо банк сторонній, або подивитися в профілі, якщо банк зарплатного проекту, скільки ж коштів з тих, що відображені в довідці про доходи, були клієнтом витрачені у торговельній мережі або по інших безготівкових напрямках за останні роки, які були за рік чи інший період вільні залишки на рахунках. Після чого можна вже об'єктивно порівняти суму підозрілого обороту, що моніториться або перевіряється ретроспективно в антикорупційних цілях, з отриманими даними і зробити висновок про те, чи вистачає вільних залишків чи кошти для операції мають невідоме або взагалі сумнівне джерело.

Природно, що така модель оцінки операцій буде автоматизована і технологія смарт-контрактів на блокчейні тут може допомогти створити централізовану базу даних підозрілих подій, яка не редагується і яку можна буде аналізувати в робочому порядку. В т.ч. щодо юридичних осіб.

Модель спирається на дані всередині системи і не потребує сторонніх документів, а в разі технології смарт-контрактів можна виключити людський фактор і припинити можливе бажання іншого банку пропустити сумнівну операцію цінного клієнта, або корупційно закрити очі контролюючої особи на підозрілу операцію. Важливо зажувати, що критерії ризику легалізації (відмивання) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансування тероризму та фінансування розповсюдження зброї масового знищення сьогодні формалізовані відповідним наказом Міністерства фінансів [7] та можуть бути сьогодні машинно оброблені принаймні частково. Подальша формалізація – окрема наукова фінансово-кваліметрична задача.

Спрофільований клієнт з законними доходами на тлі тотального впровадження технічних засобів прийому безготівкових платежів навіть на ринках і парковках, дозволить краще виявляти все те, на що спрямовано законодавство про боротьбу з відмиванням незаконних доходів і фінансуванням злочинності у всіх її проявах, а в частині економіки моря, як корупційно вразливої ділянки національного господарювання, ускладнить корупційні схеми аж до унеможливлення такої діяльності.

По суті для сприяння правоохоронним органам у фінансовій та антикорупційній сферах пересічному громадянину жодних дій з цього приводу спрямовано здійснювати не знадобиться. Людина живе, працює, отримує заробітну плату, погоджується на обробку персональних даних, робить покупки, робить оплати, подорожує, приймає платежі, бере участь в акціях і т. д. , а паралельно з цим вона є борцем зі злочинністю – донором big data mining, важливим статистом в боротьбі з порушенням фінансового та кримінального законодавства.

Важливо зауважити, що при скорингу позичальника і перевірках на фрод банки вже сьогодні використовують дані операторів стільникового зв'язку [8].

Викладене може стати в т.ч. важливішим механізмом реалізації проекту закону за Міністерства фінансів «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів щодо критеріїв визначення осіб з високими доходами [9].

В цілому модель, в разі впровадження з актуальними нюансами, може буде використана в т.ч. антикорупційними і іншими правоохоронними органами в процесі виконання своїх повноважень, що вкрай важливо в ключі піднесення економіки моря в державі. Окремо свідчить на користь викладеного результати митного експерименту у приморських портових регіонах держави.

Література:

1. Про запобігання корупції [Електронний ресурс] : Закон України від 14.10.2014 р. № 1700-VII. – Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1700-18
2. Про запобігання та протидію легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення [Електронний ресурс] : Закон України від 14.10.2014 р. № 1702-VII http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1702-18
3. Державна служба фінансового моніторінгу. Нормативно – правові засади діяльності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.sdfm.gov.ua/articles.php?cat_id=107&lang=uk.
4. Про державну службу [Електронний ресурс] : Закон України від 10.12.2015 р. № 889-VIII http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/889-19
5. Національний банк України. Платіжні системи і розрахунки. Інформаційні матеріали [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=79219
6. Про затвердження Положення про ведення касових операцій у національній валюті в Україні [Електронний ресурс] : Постанова правління Національного банку України від 29.12.2017 № 148 – Режим доступу до ресурсу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0148500-17
7. Про затвердження Критеріїв ризику легалізації (відмивання) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансування тероризму та фінансування розповсюдження зброї масового знищення [Електронний ресурс] : Наказ Міністерства фінансів України від 08.07.2016 № 584 – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1047-16
8. При оценке надёжности заёмщика банки начинают использовать данные операторов сотовой связи [Електронний ресурс] // 2017 – Режим доступу до ресурсу: https://itc.ua/blogs/pri-otsenke-nadyozhnosti-zayomshhika-banki-nachinayut-ispolzovat-dannyie-operatorov-sotovoy-svyazi/
9. Міністерство фінансів України. Проекти регуляторних актів для обговорення 2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.minfin.gov.ua/news/view/proekty-rehuliatornykh-aktiv-dlia-obhovorennia-?category=aspekti-roboti

УДК 656.615

КЛАСТЕРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРИМОРСКИХ РЕГИОНОВ

Ищенко Е.А.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Кластерная политика предстаёт как интегральное явление, поскольку объединяет промышленную и региональную политику, политику поддержки малого бизнеса, привлечения иностранных и внутренних инвестиций, инновационную, научно-техническую и образовательную [1].

Опыт развитых стран показал, что кластерный подход является основой для конструктивного диалога между представителями предпринимательского сектора и государства, который позволяет повысить эффективность взаимодействия частного сектора, государства, торговых ассоциаций, исследовательских и образовательных учреждений в инновационном процессе. Именно кластерное развитие – это наиболее эффективная модель частно-государственного партнерства, через механизм которого государство финансирует приоритетные проекты с длительными сроками окупаемости и преимущественно социально-экологическим эффектом. Для экономики государства кластеры выполняют роль «точек роста» внутреннего рынка. Если учитывать тот факт, что кластер состоит из предприятий, специализированных в определенном

секторе производства и локализованных географически, то создание их в регионах обеспечивает активное развитие территорий. Как показывает мировая практика, кластерный подход, не только служит средством достижения целей промышленной политики, включая структурные изменения, повышение конкурентоспособности, усиление инновационной направленности, но и является мощным инструментом стимулирования регионального развития.

Регионы должны стремиться к интеграции в глобальный рынок, поскольку в современных условиях в лучшем положении оказывается тот, кто управляет товарными потоками, привлекает финансы, высококвалифицированные кадры, разрабатывает и распространяет новые технологии. Регионы-производители технологий доминируют над регионами-производителями товаров, торгующие регионы доминируют над промышленными. Преуспевающими являются те регионы, которые сосредоточивают у себя функцию управления обменами, финансовые центры [2].

Клатерный подход предполагает создание не отдельных производственных систем, а построение всей производственной цепочки на компактной территории. Вокруг группы предприятий развивается инфраструктура с транспортными путями. Таким образом, кластер объединяет предприятия региона в законченный цикл.

На региональном уровне кластерный подход дает следующие преимущества. Во-первых, региональные промышленные кластеры основываются на сложившейся устойчивой системе распространения новых технологий, знаний, продукции, так называемой технологической сети, которая опирается на совместную научную базу. В кластере происходят свободный обмен информацией и быстрое распространение новшеств от поставщиков или потребителей, имеющих контакты с многочисленными конкурентами. Во-вторых, предприятия, входящие в кластер, имеют дополнительные конкурентные преимущества за счет возможности осуществлять внутреннюю специализацию и стандартизацию, минимизировать затраты на внедрение инноваций. В-третьих, важной особенностью кластеров является наличие в них гибких предпринимательских структур — малых предприятий, которые позволяют формировать инновационные точки роста экономики региона. В-четвертых, региональные кластеры чрезвычайно важны для развития малого предпринимательства: они обеспечивают малым фирмам высокую степень специализации при обслуживании конкретной предпринимательской ниши.

Для Николаевского региона характерны следующие виды деятельности:

1. Транспортно-логистические операции.
2. Рыбодобыча и переработка;
3. Аквакультура и биотехнологии;
4. Судостроение и судоремонт;
5. Обработка грузов в морских и речных портах;
6. Припортово-промышленных зон.
7. Туризм (в т. ч. морской, экологический, с посещением новых национальных парков, морского заповедника).
8. Выращивание зерновых и других видов продовольствия.
5. Альтернативная энергетика.

Николаевский регион располагает необходимым научным потенциалом. Стейкхолдерами в механизмах создания кластеров являются крупные бизнес-структуры и органы региональной власти.

Кластерный подход нацелен на комплексное развитие морехозяйственного потенциала и позволяет за счет повышения эффективности и рационализации основных видов морской деятельности обеспечить существенный рост экономики приморских регионов и повышение уровня благосостояния населения, формируя синергетическую систему хозяйственных отношений.

Использованная литература

1. **Єрмакова О.А.** Підвищення конкурентоспроможності приморських регіонів України на основі кластерної моделі: монографія / О.А. Єрмакова. – Одеса: Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України, 2011. – 221 с

2. **Михайлюк О**. Механізм активізації внутрішнього потенціалу розвитку приморських регіонів України / О. Михайлюк // Науковий вісник. - 2014. - № 2. - С. 142-155. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nv_2014_2_14.

УДК 339.1

МАРКЕТИНГ B2B: СУТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ

Мандра Олеся Єгорівна,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Маркетинг – це діяльність, процес вивчення і формування споживчих оцінок і запитів, мобілізації усіх ресурсів підприємства та їх задоволення з метою отримання прибутку без завдання шкоди довкіллю, здоров'ю споживачів, не в супереч чинному законодавству і в згоді з пануючою у суспільстві мораллю. Одним з суб'єктів процесу обміну продукцією є підприємство-виробник, другий – кінцевий споживач або промислове підприємство. Останнє зумовлює розмежування ринку кінцевих споживачів та ринку товарів промислового призначення.

Ринок кінцевих споживачів (B2C[1], business to consumer) – ринок, суб'єктами якого є домашні господарства та окремі особи, які купують товари та послуги з метою задоволення власних потреб. Він характеризуються великою кількістю споживачів з відносно низькою купівельною спроможністю та високою еластичністю попиту – коливання цін зумовлює відповідну зміну попиту на продукцію.

Суб'єктами ж ринку підприємств є різноманітні виробники або власне особи, які купують товари для подальшого перепродажу або використання у виробництві. Представники державних установ і місцевих громад купують або орендують товари задля здійснення своїх безпосередніх функцій з метою реалізацій поставлених політикою країни цілей.

На нашу думку, аналізувати особливості ринку товарів виробничого призначення (B2B) доцільно у розрізі його відмінностей від ринку товарів кінцевого споживання (B2C). По-перше, коло споживачів товарів ринку B2B[2] менше, аніж B2C, проте у більшості випадків покупці є більш платоспроможними та обсяг їх замовлення відчутно більший. При цьому споживач (підприємство) може розраховувати на стабільно високу якість продукції, надійність постачання, варіативність кредитної схеми придбання товару за конкурентоспроможною ціною, можливість адаптації продукту до споживчих потреб та уподобань та можливе постпродажне обслуговування. По-друге, продукція ринку ТВП – товари вузької товарної спеціалізації, що може свідчити про компетентність, професіоналізм та надійність виробника; разом з цим покупці також володіють високою кваліфікацією та мають чітко окреслені вимоги до необхідного товару.

Також характерною особливістю товарів (особливо засобів праці) є необхідність їхньої стандартизації на державному або міжнародному рівні. По-третє, ринку ТВП притаманна локальна концентрація у порівнянні в географічною розпорошеністю ринку ТКС, що може впливати на ціну сировини/напівфабрикатів для виробництва продукції – зменшення витрат на логістику. По-четверте, важливість репутації для виробника на ринку ТВП відчутно зменшує ризики покупця продукції та створює атмосферу взаємодовіри між суб'єктами операції купівлі-продажу. По-п'яте, основна частина маркетингових витрат B2B припадає на організацію персонального продажу, аніж на окремі засоби просування, на відміну від B2C.

Отже, усвідомлюючи особливості ринку товарів промислового призначення, дозволимо собі запропонувати таке визначення B2B маркетингу: маркетингова діяльність підприємства, направлена на стимулювання продажу своєї продукції компаніям задля реалізації або використання у власній виробничій діяльності.

Список використаної літератури

[1] **Парсяк В.Н.** Маркетинг: сучасна концепція та технології: підручник / В.Н. Парсяк. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 326.

[2] Dictionary of Business Terms. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.allbusiness.com/barrons_dictionary/dictionary-industrial-goods-4952573-1.html

[3] Content Marketing Institute. . - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://contentmarketinginstitute.com/.

[1]Для позначення даного терміну використовують шифр, який створили з літр «В» (з англ. «business» - бізнес) та «С» (з англ. «consumer» - споживач), а також прийменника «to» (з англ. «до»), що вимовою наближено до «two» (з англ. цифра 2). Отже дослівно код означає «бізнес до споживача».

[2] За аналогією до коду B2C, B2B дослівно означає «бізнес до бізнесу».

УДК 338.012

ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ПОРТОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Волосюк Марина Валеріївна, канд.екон.наук, доцент
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Згідно Індексу глобальної конкурентоспроможності (The Global Competitiveness Index) на 2017-2018 роки, Україна займає 93 місце у світі за напрямком якості інфраструктури портів [1], знаходячись між Румунією (92 місце) і Чехією (94 місце).

Морські порти займають важливе місце в підвищенні конкурентоспроможності країни або регіону, оскільки виступають транспортними вузлами, що забезпечують економічні зв'язки між внутрішніми та зовнішніми ринками. Тому не дивно, що в найвпливовішому The Global Competitiveness Index міститься компонент «Якість портової інфраструктури». Варто зазначити, що Україна піднялася на три сходинки у порівнянні з аналізом на 2016-2017 роки The Global Competitiveness Index, коли займала 96 позицію у світі на напрямком якості портової інфраструктури [2]. Це свідчить про те, що портові послуги виходять за межі власне порту (його внутрішньої та зовнішньої акваторії) й охоплюють велику кількість берегових та інших господарських операцій.

Вперше термін «інфраструктура порту» був прописаний у Стратегії розвитку морських портів України на період до 2015 року, яка визначає портову інфраструктуру як спеціалізований майновий комплекс, а також складські приміщення і майданчики, навантажувально-розвантажувальні механізми та інше майно [3].

В Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року [4] покладено принципове усвідомлення, що від ефективності функціонування морських портів, рівня їх технологічного та технічного оснащення, відповідності системи управління та розвитку інфраструктури сучасним міжнародним вимогам залежить конкурентоспроможність вітчизняного транспортного комплексу на світовому ринку.

З 2016 року діяльність Міністерства інфраструктури України направлена на реформування портової галузі й намагання «забрати державу з усіх сфер, які впливають на бізнес», докорінне реформування АМПУ, створення морської адміністрації, яка візьме на себе всі завдання АМПУ [5]. Й плани Міністерства інфраструктури України втілюються у життя: так, з 1 серпня 2018 року розпочала роботу Державна служба морського та річкового транспорту України (Морська адміністрація) [6]. Цей державний орган координує роботу 13 морських портів і здійснює безпеку судноплавства.

Портова галузь України сьогодні динамічно розвивається, хоча і потребує багатомільярдних інвестицій. За даними Адміністрації морських портів України (АМПУ), протягом першого півріччя 2018р. морські порти перевалили 54,3 млн. т вантажів, що на 2,1% менше порівняно з аналогічним періодом 2017 року, тоді як торік вантажообіг у морських портах зріс на 0,9% - до 132,9 млн. т. У семи портів спостерігалася негативна динаміка вантажообігу, у шести – позитивна. Зростання відбулося за рахунок великих портів – Чорноморськ, Південний, Миколаїв. Також із січня по червень 2018 року було перевезено 177272 пасажирів (внутрішні — 154128 пасажирів та іноземні — 23144 пасажири). Більшість пасажирів скористалася послугами водного транспорту в портах Одеса та Херсон. Переважно це морські прогулянки та внутрішні перевезення [7].

Для подальшого підвищення якості портових послуг і конкурентоспроможності кожного з вітчизняних портів визначимо пріоритетні напрями розвитку портової галузі України:

1. Одночасне використання державних субсидій і позик та приватних фінансів шляхом залучення суттєвих внутрішніх та зовнішніх інвестицій. Вже декілька років в українських портах планується проведення концесії, тобто передача частини об'єктів в тимчасову експлуатацію приватним особам, іншим державам, підприємствам тощо. Але вже в цьому році здійснено пілотні проекти концесії в українських портах - передача в концесію державних підприємств «Стивідорна компанія «Ольвія» і ДП «Херсонський морський торговельний порт». За прогнозними розрахунками міжнародних консультантів, збільшаться майже в два рази - обробка вантажів, відрахування в державний та місцевий бюджети, обсяги інвестицій в розвиток об'єктів портової інфраструктури.
2. Зниження портових тарифів та зборів. Високі портові збори впливають на конкурентоспроможність вітчизняних експортних товарів та на транзит вантажів. З початку 2018 року збори в українських портах (крім дунайських) було знижено на 20%, але це кардинально не змінило ситуацію з привабливістю вантажообігу в портах. Подальше зниження портових зборів (майже до 50%) можливе за умови, знову ж таки, залучення суттєвих інвестицій у портову інфраструктуру, а також можливої приватизації нерентабельних портів.
3. Ефективний морський порт вимагає, крім інфраструктури та фінансів, ефективного управління. Для вітчизняних портів нагальною необхідністю є реформування державного управління, перенесення централізованого управління на територіальний рівень для надання якісних портових послуг. При цьому необхідним постає залучення місцевих органів влади до управління портовими підприємствами.
4. Вирішення екологічних проблем діяльності морських портів. Деякі порти мають сильний індустріальний характер і, в залежності від обсягу та місцезнаходження їх вантажів, вони можуть мати вплив

на якість води, повітря та, відповідно, на стан здоров'я населення. Цього року європейські країни відзначили дванадцяту річницю політики «Зелений порт» («Green Port»), яка вимагає ефективної системи управління екологічним захистом. Кожен вітчизняний порт може розробити плани управління відходами від кораблів і щоденних портових операцій або моделі реалізації концепції «Зелений порт», спрямованих на досягнення низького рівня споживання природних ресурсів. Проте реалізація цього неможлива без ефективної співпраці між органами державної влади та приватними компаніями, що в решті решт призведе до підвищення якості послуг морських портів.

ВИСНОВКИ. У сучасних умовах трансформаційних перетворень в Україні пріоритетними напрямами розвитку портової галузі є: залучення суттєвих внутрішніх та зовнішніх інвестицій через проведення концесії або приватизації морських портів; зниження портових тарифів та зборів; ефективне управління портовими послугами; вирішення екологічних проблем діяльності морських портів. Для підвищення якості вітчизняної портової інфраструктури необхідно застосувати перехід від централізованого характеру управління, керівних вказівок до територіальних аспектів та інструментів розвитку із залученням до системи управління портовими підприємствами регіональних та місцевих органів державного управління.

ЛІТЕРАТУРА:

1. The Global Competitiveness Report 2017-2018 [Електронний ресурс] / Editor: Professor Klaus Schwab, World Economic Forum. – Режим доступу: http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/. – Назва з екрана.
2. The Global Competitiveness Report 2016-2017 [Електронний ресурс] / Editor: Professor Klaus Schwab, World Economic Forum. – Режим доступу: http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/. – Назва з екрана.
3. Про схвалення Стратегії розвитку морських портів України на період до 2015 року [Електронний ресурс] // розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 липня 2008р. №1051-р. – Режим доступу: http:// zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1051-2008-р. – Назва з екрана.
4. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року [Електронний ресурс] // розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013р. №548-р. – Режим доступу: www.zakon1.rada.gov.ua. – Назва з екрана.
5. **Омелян В.** Міністерство інфраструктури розпочало реформу морської галузі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mtu.gov.ua/news/ 28247.html. – Назва з екрана.
6. Про утворення Державної служби морського та річкового транспорту України [Електронний ресурс] // постанова Кабінету Міністрів України від 6 вересня 2017р. №1095. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-utvorennya-derzhavnoyi-sluzhbi-morskogo-ta-richkovogo-transportu-ukrayini – Назва з екрана.
7. Офіційний сайт Адміністрації морських портів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uspa.gov.ua/pres-tsentr/analitika/analitika-2018 – Назва з екрана.

Секція. 11.
ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

УДК 378.4

ЯКІСТЬ ОСВІТИ: ІСТОРІЯ І СУЧАСНІСТЬ

Бобіна Олег Валерійович
oleg.bobina@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Дискусії про якість освіти активізувались в Європі в середині 90-х рр. Формування т. зв. Болонської системи і відповідні дискусії щодо якості освіти, і наступні практичні кроки стали відповіддю на виклик американській системі вищої освіти. З 70-х рр. XX ст. США перетворили навчання іноземців в своїх ВНЗ не лише на інструмент soft power, а і на динамічну галузь економіки. Адже величезна кількість т. зв. контрактних студентів формували солідну частку ВНП США. Європа переставала бути центром тяжіння для молоді із країн третього світу які хотіли отримати вищу освіту. І хвиля китайських студентів у США почала формуватись саме з кінця 70-х рр. Європейці почали обмінюватись досвідом і в 2004 р. утворюють Європейську асоціацію із забезпечення якості освіти (The European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA)).

Як будь-який соціальний феномен «якість освіти» має свою історію і своє розуміння. Стародавній світ, від греків до китайців визначав результатом освіти переліком (формуванням) ряду чеснот. Геракліт зазначав що багато знань не навчать розуму. Для китайської освіти на першому місці стоїть мораль, передача традицій, повага до батьків і родини, повага до предків і Батьківщини. Знаходячись в лоні філософії і релігійних доктрин, не лише християнства, освіта виховувала перш-за-все чесноти. Для філософів метою світу стало «пізнання самого», а для релігійної доктрини пізнання Бога (в різних іпостасях).

Від Гуманізму (XIV–XV ст.) до Просвітництва (XVII–XVIII ст.) сутність освіти і відповідь оцінка якості змінюється. Після 1492 р. в умовах першої хвилі глобалізації якість освіти дорівнювалась рівню і об'єму знань. Змінилась сама концепція знань – під знанням (освітою) стали розуміти досягнення теоретичної науки і результати експериментальної науки на чолі яких стали математика, фізика, хімія, біологія. Європейське суспільство розширило масштаби освіти. Результат (якість) освіти виявлявся тільки тоді коли учень, той хто набував освіту, демонстрував кількість засвоєного матеріалу, і його розуміння. Хоча базою все ще залишались грецька і латинська мова які лежали в основі класичної освіти.

Наступний переворот, в розумінні освіти і її результатів, пов'язаний з промисловою революцією яка почалась в Британії. А згодом перекинулась на континент. В Британії нові підходи пов'язані із становленням і розвитком університетів із «червоної цегли» (Redbrick University). Першим став Манчестерський інститут механіки створений 1824 р. Згодом до нього приєднались Бірмінгемський університет, Університет Лідса, Бристольський, Ліверпульський і Шеффілдський університети. Вони ставили перед собою завдання дати студентам навички необхідні для «реального» світу. Ці знання були пов'язані перш-за-все з прикладними науками, технологіями, медициною. Формувались розуміння, що якість освіти, це якість спеціаліста, його кваліфікація, особливо вміння практичного застосування знань. Таке розуміння якості освіти відповідало галузевому принципу поділу нової, індустріальної економіки і професійно-кваліфікаційному поділу праці. Ідея освіти, і вищою зокрема ставала, зрозумілою. На «вході» маємо особистість яка має певні знання і вміє вирішувати завдання певної складності. Процес навчання – це накопичення нових знань і умінь, а значить можливість вирішувати складніші завдання і задачі.

На «виході» маємо особистість, яка має нові знання і може вирішувати нову збільшену кількість завдань нової якості. В 30-60-ті рр. в СРСР утвердилось розуміння якості освіти як відповідність професійно-кваліфікаційного складу випускників потребам в кадрах конкретної кваліфікації і профілю галузей економіки. Критеріями якості виступали похідні гарної успішності навчання, старанності і дисципліни. Маємо визнати, що за великим рахунком, розуміння якості освіти в сучасному інтелектуальному середовищі України не змінилось.

Хоча давно змінились умови життя, відбулась деіндустріалізація економіки, а необхідність розвивати суспільство ставить перед ним нові завдання.

Окремі дослідники вкладають в сучасне розуміння якості освіти такі характеристики. Якість освіти, це конкурентоздатність тих хто отримує освіту, здатність швидко адаптуватися до соціально-економічних умов, активно суперничати в соціумі, «робити» кар'єру і отримувати відповідну платню. Якість освіти передбачає здатність комунікувати не лише з своїми співвітчизниками, але за допомогою знання мов включатись в глобальний світ. Якість освіти передбачає швидке практичне застосування знань, працедавці бажають отримати «готового» працівника. Якість освіти розуміється як здатність особистості отримувати нові знання і навички, і готовність змінювати сфери застосування своїх знань. Дискусія про якість знань і якість освіти найактивніше йде в Росії і Казахстані. В 2004 р. було запропоновані такі визначення терміну «якість освіти». Якість освіти – це затребуваність отриманих знань в конкретних умовах їх застосування для досягнення конкретної мети і підвищення якості життя. Якість знань визначається їх фундаментальністю, глибиною і затребуваністю в трудовій діяльності і житті особистості після навчання; це відповідність освіти (як результату, як процесу) потребам особистості, суспільства, держави. Освіта, з кінці 70-х рр. в світі, а з середини 90-х рр. на т. зв. пострадянському просторі перетворилась в галузі економіки. А значить вимагає певної стандартизації в своєму функціонуванні. З цього погляду, якість освіти, розуміється як якість процесу який має відповідати ряду параметрів.

До основних параметрів які визначають якість освіти (освітнього процесу) відносять склад викладачів, навчально-методичне забезпечення, матеріально-технічне забезпечення, студентів і випускників, якість навчальних процедур.

Сучасне українське законодавство розділяє поняття якість освіти і якість освітньої діяльності. Зміни які відбулись в освітньому просторі України з 2014 р. підштовхнули дискусії щодо означених феноменів перш-за-все щодо інструментів системи забезпечення якості освіти.

Список літератури

1. **Жумагулова, А. Б.** Национальная система обеспечения качества образования в Казахстане [Электронный ресурс] / А. Б. Жумагулова // Издательство «Аккредитация в образовании». – 16.04.2018. – Режим доступа: https://ru.calameo.com/books/00527812442752593790a. – Заголовок с экрана.

2. **Варжина, Н. В.** Проектирование элементов системы управления качеством ВУЗа по модели МС ИСО 9001 [Текст] / Н. В. Варжина // Вестник пермского университета. Серия «Экономика». – 2003. − №1. – С. 148-155.

3. **Коротков, Э. М.** Управление качеством образования: уч. пособие для ВУЗов [Текст] / Э. М. Коротков. – М. : Академический проект, 2006. – 320 с.

4 **Трегубова, Е. С**. Словарь для преподавателей высшей школы: понятия, термины, определения [Электронный ресурс] / Е. С. Трегубова. – Режим доступа: http://ck.mechnik.spb.ru/Slovar/chapt2/dictionary6.htm.

5. Розвиток системи забезпечення якості вищої освіти в Україні: інформаційно-аналітичний огляд [Текст] / за заг. ред. С. Калашнікова та В. Лугового. – К. : ДП «НВЦ «Пріоритети», 2015. – 84 с.

УДК 629.5.01:004.9

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ КОРАБЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Ю.Д. Жуков, д. тех. наук, проф., Б.Н. Гордеев, д. тех. наук, проф.,
Н.А. Емец, О.А. Кудин
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

В современных условиях проектирования по требованию заказчиков проектные организации вынуждены сокращать сроки проектирования при сохранении высокого качества выпускаемых проектов. Выполнение этих требований невозможно без высокой организации и применения систем автоматизированного проектирования (САПР), состоящих из различных, дополняющих друг друга модулей. Использование САПР позволяет осуществить комплексную компьютеризацию бизнес-процессов по схеме «проектирование – конструирование – производство» и обеспечить поддержку коллективной работы над проектом с использованием возможностей сети Internet. При этом, появляется необходимость в новых сотрудниках проектно-конструкторских бюро, от которых требуется понимание общей концепции инжиниринга и владение современными 3D-САПР, такими как CADMATIC, AVEVA Marine, Siemens NX, Katia и др.

Пять лет назад на базе Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова (НУК) был открыт Тренинг центр Новейшей корабельной инженерии [1, 2]. Основной целью работы центра является повышение качества подготовки специалистов в области корабельной инженерии, обеспечение высокого уровня конкурентоспособности выпускников на глобальном рынке инженерного труда. Это стало возможным благодаря комплексному подходу к освоению информационных технологий, в основу которого положена сквозная система обучения студентов с использованием CAD/CAM/CAE/PDM систем, активно используемых в промышленности. Студенты при изучении дисциплин, связанных с судостроением, параллельно с изучением теоретического материала по конструкции корпуса судна, системам и устройствам, знакомятся с современными процессами и средствами подготовки конструкторской и технологической документации. Посредством использования возможностей самих 3D систем проектирования, они получают также и знания в области современной корабельной инженерии и практические навыки работы в САПР. Логическим завершением этого процесса является использование такого рода систем при подготовке курсовых и дипломных проектов.

Подобный подход в Тренинг центре используется и на этапе последипломного образования в качестве повышения квалификации специалистов в области судостроения.

Одновременно с обучением студентов, осуществляется обучение работе в системах CADMATIC и AVEVA Marine специалистов судостроительных верфей и проектно-конструкторских бюро. В процессе занятий у обучающихся формируются практические навыки по 3D-моделированию и разработке рабочих чертежей. Слушатели дополняют свои знания о современных эффективных процессах проектировании судов и формируют более полное представление о перспективах своей будущей практической деятельности.

Обучение в Тренинг центре позволяет молодым и опытным специалистам получить знания, соответствующие как национальным, так и международным стандартам, ознакомиться с современными процессами корабельной инженерии и технологиями постройки судов. Это создает условия для творческого роста всех, желающих реализовать себя в сфере судостроения и создания объектов морской инфраструктуры.

Для проведения занятий со студентами и специалистами в Тренинг центре было разработано специальное методическое обеспечение (электронные материалы, методические указания, мультимедийные средства). Кроме того, на кафедре морского приборостроения факультета морской инфраструктуры НУК в ряде дисциплин были существенно пересмотрены и изменены рабочие учебные программы. В них были включены лекции и лабораторные работы по ознакомлению с функциональными возможностями программных продуктов для 3D проектирования в среде AVEVA Marine и CADMATIC [2, 3, 4, 5, 7, 8].

На лекциях по ознакомлению студентов с программой AVEVA Marine рассматривались вопросы о концепции программы AVEVA Marine, о модулях AVEVA Marine для построения схем, проектирования судовых трубопроводов, моделирования, визуализации и интеграции, о создании и редактировании видов, чертежей и спецификаций, изометрических чертежей, контроле столкновений трубопроводов и моделировании кабельных каналов. Особое внимание было уделено изучению работы модулей проектирования диаграмм и схем (модуль Diagrams), создания и моделирования компонентов и оборудования (программный комплекс AVEVA Outfitting), проектирования контрольно-измерительного оборудования. (модуль AVEVA Instrumentation).

На лекциях по ознакомлению студентов с программой 3-D CADMATIC Outfitting рассматривались вопросы о преимуществах и объектно-ориентированных подходах CADMATIC к проекту и эффективному использованию и целостности проектных данных. А также, о модулях CADMATIC, предназначенных для проектирования, производства, просмотра моделей, интерфейсов и интеграции – Diagram, Plant Modeler, Support Designer, Cable Router, HVAC Spool, Piping Isometrics & Spools. Представлены возможности системы на всех стадиях жизненного цикла судна, начиная с создания концепта, конструирования, постройки судна, его эксплуатации и ремонта, и заканчивая выводом из эксплуатации.

В настоящее время разрабатываются и тестируются новые учебные дисциплины: «Автоматизированное проектирование СЭУ, систем и оснастки на базе САПР AVEVA Marine», «Автоматизированное проектирование СЭУ, систем и оснастки в среде CADMATIC» и «Практический курс корабельной инженерии на базе САПР AVEVA Marine и CADMATIC» [6, 9]. Дисциплины будут включать в себя мультимедийные лекции, лабораторные работы и видео-уроки, а также мультимедийные тестовые задания для контроля полученных в ходе изучения дисциплины знаний в интерактивном режиме.

Целью изучения дисциплин является выработка у студентов систематизированных знаний о процессах, связанных с проектированием, конструированием и постройкой судов.

В процессе обучения рассматриваются также информационные потоки и процессы проектного обеспечения постройки и эксплуатации судов, необходимые и достаточные объемы входной и выходной информации на каждом этапе проектирования с учетом индивидуальных особенностей конкретных верфей, изучаются принципы модульного (секционного) проектирования, создания 3D компонентов моделей оборудования судовых систем, оптимизации расположения оборудования судовых систем в модели, трассировки и моделирования трубопроводов судовых систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] **Жуков Ю.Д.** Применение мультимедийных средств обучения при преподавании основ корабельной инженерии [Текст] / Жуков Ю.Д., Гайдай А.Ю., Кудин О.А., Емец Н.А., Лобанова О.Н. // Журнал «Судостроение и морская инфраструктура». – 2015. – №1 (3). – С. 32 - 47.
[2] **Ионова, Е.** Открытие в Украине тренинг-центра NUPAS-CADMATIC на базе Национального Университета Кораблестроения [Текст] / Е. Ионова // Онлайн приложение к журналу «Морская биржа». – 2013.
[3] **Ионова, Е.** Решение для судостроительного проектирования NUPAS-CADMATIC: взгляд на возможности [Текст] / Е. Ионова // Информационно-аналитический журнал «Рациональное управление предприятием». – СПб.: ESG, 2012. – №. 3. – С. 6 - 9.
[4] NUPAS-CADMATIC. Обзор модулей Версия V6. Модули корпуса, трубопроводов и оснастки, 2013. 26 с.
[5] NUPAS-CADMATIC brochure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nupas-cadmatic.com.
[6] MDEM-04-01-08-2013. Инструкция по ведению работ в среде проектирования CADMATIC 6.0.5, 2013. 142 с.
[7] AVEVA Marine. Getting Started with PDMS, 2010. 92 с.
[8] AVEVA Marine. Syntax Library, 2012. 35 с.
[9] AVEVA Marine. PDMS Tutorial Lessons [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nupas-cadmatic.com.

УДК 371.212.1

ОСОБЛИВОСТІ ВСТУПНОЇ КАМПАНІЇ 2018 РОКУ

Мозговий Андрій Михайлович, Ратушняк Ігор Олександрович
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Вступна кампанія 2018 року характеризувалася декількома специфічними особливостями у порівнянні з кампаніями минулих років:

1) зменшенням кількості дозволених заяв вступників до 5 заяв на місця державного замовлення, не більше, ніж із 4 спеціальностей;

2) скороченим строком прийому документів для вступу на ступінь бакалавра – із 12.07.18 по 26.07.18 р.;

3) прийомом сертифікатів ЗНО 2016, 2017 та 2018 років, крім іноземної мови.

4) обмеженням кількості конкурсних предметів ЗНО, що надавалися для вибору вступником;

5) забороною зарахування на ступінь магістра до липня 2018 року, в тому числі і до заочної;

6) прийом на навчання за державним замовленням для здобуття ступеня магістра у відокремлених структурних підрозділах закладів вищої освіти, які знаходяться у іншому населеному пункті, аніж місцезнаходження ЗВО, не проводився.

7) збільшенням кількості вступників, зареєстрованих на ЗНО в Україні, на 50000 осіб у порівнянні з минулим роком, у Миколаївський області – на 1300 осіб.

Враховуючи вищеназване, приймальною комісією, інститутами та факультетами Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова (НУК) був проведений ретельний аналіз предметів ЗНО та визначено перелік сертифікатів і вагові коефіцієнти для вступу на відповідні спеціальності. Все це знайшло відображення у Правилах прийому до НУК у 2018 році, затверджених Вченою радою 29.12.2017 р.

Для забезпечення вступної кампанії 2018 року, приймальною комісією було виконано наступне:

– затверджено склад приймальної комісії та план її роботи;

– сформовані відбіркові, фахові атестаційні та екзаменаційні комісії;

– розроблені та перероблені Положення, що регламентують роботу приймальної комісії;

– розроблено програми вступних випробувань та творчих конкурсів;

– перероблені згідно з вимогами всі бланки, що стосуються прийому до НУК.

Вся необхідна інформація стосовно роботи приймальної комісії у встановлені строки, і оперативно, вносилося до ЄДЕБО та оприлюднювалася на сайті НУК.

Паралельно із приймальною комісією працював штаб агітаційно-профорієнтаційної роботи та довузівської підготовки, який проводив заходи щодо залучення молоді до вступу в університет згідно затвердженого ректором плану (агітація у школах м. Миколаєва та області, виставки, день відкритих дверей, збір та обробка інформації, поточна звітність та листування, виконання Договору із ХРЦОЯО на пункті ЗНО, агітаційна робота по залученню до вступу до НУК на скорочений термін навчання випускників коледжів та технікумів).

Були організовані виступи деканів факультетів, директорів інститутів та викладачів кафедр перед слухачами підготовчих курсів та учнями Миколаївського морського ліцею, крім того проводились екскурсії до

НУК для слухачів довузівської підготовки, під час яких вони знайомились з історією нашого університету, з провідними викладачами та матеріальною базою, також відвідували музей адмірала Макарова. Університет приймав участь у виставках, присвячених досягненням освіти та науки, були записані та виходили в ефір на місцевому телебаченні сюжети про всі навчальні підрозділи.

Була підготовлена до друку газета „Абітурієнт-2018", як спеціалізований випуск газети «Кораблебудівник», яка містила вступне слово ректора, інформацію про НУК, найбільш розповсюджені запитання абітурієнтів та відповіді на них, а також перелік всіх напрямів та спеціальностей і предметів ЗНО. Ця газета завжди має попит, під час вступної кампанії було розповсюджено більше 2000 примірників. Були перероблені та оперативно надруковані рекламні плакати всіх спеціальностей НУК.

Активізувалася співпраця зі ЗМІ, була організована рекламна кампанія НУК у соціальних мережах Інтернет. Вагому роль у залученні абітурієнтів до вступу до НУК відігравала Академія гардемаринів, слухачами якої є талановиті учні Миколаєва та Миколаївської області.

На базі НУК були проведені пробна та основна сесія ЗНО та, вперше для нашого університету, сесія ЗНО при вступі до магістратури.

У результаті вступної кампанії 2018 р. до у НУК на усі ступені навчання зараховано 2785 вступників, що за багатьма показниками перевищує показники минулих років. Обсяг державного замовлення НУК, доведений на початку вступної компанії складав: магістри – денна форма – 443; заочна форма – 24; бакалаври на базі ОКР «молодшого спеціаліста» – денна форма – 343; заочна форма – 25. Однак завдяки активній співпраці із МОН на момент закінчення вступної кампанії обсяг збільшився до: магістри – денна форма – 496; заочна форма – 32; бакалаври на базі ОКР «молодшого спеціаліста» – денна форма – 486; заочна форма – 76. Загальний обсяг державного замовлення у 2018 році становить 1290 місць, що значно більше, ніж в усіх інших ЗВО Миколаївської області.

Важливу роль у кампанії 2018 року відіграє міжнародний відділ. Вже зараховано 14 (видано направлень) студентів до магістратури та 130 – для отримання рівня бакалавр з числа іноземців, однак прийом триває аж до листопада. Також необхідно відмітити результати роботи Херсонської та Первомайської філій та коледжів НУК, які незважаючи на важкі умови вступної кампанії зарахували 375 вступників для отримання рівня бакалавр та 300 – для отримання ОКР «молодшого спеціаліста», до філій НУК також вступило 388 магістрів денної форми.

Висновки: незважаючи на постійні зміни до Умов прийому на навчання до ЗВО України, найбільш важливим для НУК є проведення агітаційно-рекламної діяльності, а саме:

– активізація агітаційної роботи у школах за рахунок організації багаторазових зустрічей не тільки з випускниками, але й з їх батьками;

– співпраця зі ЗМІ;

– розширення співпраці з директорами шкіл міста та області, районними управліннями освіти, Миколаївським обласним центром зайнятості;

– модернізація та постійне оновлення сайтів інститутів та кафедр, створення власних сторінок підрозділів у соціальних мережах;

– організація днів відчинених дверей у кожному інституті;

– постійна співпраця інститутів, факультетів та випускових кафедр з Академією гардемаринів НУК та Миколаївським морським ліцеєм;

– активізація виїздів у райони, як для агітації, так і для організації дистанційно-заочних підготовчих курсів;

– розширення видів зовнішньої реклами НУК на вулицях міста.

УДК 796.71

МАТЕМАТИЧНЕ МОДУЛЮВАННЯ БІОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ПІЛОТ-КРІСЛО ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ БІЛЬШ ЕФЕКТИВНОГО РЕЗУЛЬТАТУ

Ольга Кувалдіна
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація. В роботі досліджено вплив положення робочої пози пілота за кермом спортивного автомобіля на підсумковий спортивний результат в авторалі. Представлена математична модель дозволила визначити оптимальне положення крісла пілота, що позитивно впливає на підсумковий спортивний результат.

Annotation. The effect of the pilot's posture in the cockpit on the total sport score was investigated in the research. The presented mathematical model allowed to determine the optimal position of the pilot seat, which positively affects on the total sport results.

Ключові слова. Моделювання, спортивний результат, тренувальний процес, спорт.

Keywords. Modelling, sports score, training process, sport.

Актуальність.

На думку В. М. Платонова, ефективність керування тренувальним процесом тісно пов'язана з моделюванням – процесом побудови, вивчення та використання моделей для визначення й уточнення характеристики оптимізації процесу спортивної підготовки та участі в змаганнях [6].

Аналіз науково-методичної літератури, вивчення документів планування тренувального процесу спортсменів високої кваліфікації свідчить, що протягом останніх років у практику спорту широко впроваджуються методи моделювання [1,4,5,6]. Це обумовлено декількома причинами: складністю аналізу багаторівневої системи підготовки спортсменів; достатньо широким спектром засобів і методів підготовки спортсменів; необхідністю аналізу динаміки тренувальних навантажень; постійним пошуком шляхів оптимізації тренувального процесу спортсменів різної кваліфікації.

Мета: удосконалити індивідуальні параметри робочої пози за кермом спортивних автомобілів шляхом використання методів моделювання.

Результати : Були розроблені прогностичні моделі параметрів робочої пози за кермом спортивних автомобілів на 2019 рік на підставі дослідження зазначених параметрів учасників чемпіонатів і кубків України різних років, а також особливостей посадки спортсменів в автомобілях восьмидесятих – дев'яностих років минулого сторіччя. Усі запропоновані критерії виражені в градусах, тому вони не залежать від лінійних антропометричних даних та пропорцій частин тіла конкретних спортсменів і дають змогу рекомендувати для оцінювання посадки інтегральний Δ-критерій – сумарне абсолютне відхилення чотирьох її параметрів у градусах від модельних характеристик.

У кваліфікованих спортсменів на етапі МРІ середні значення Δ-критерія статистично достовірно менші, ніж у спортсменів на етапах ПВД чи СБП, що свідчить про те, що параметри посадки істотно впливають на успішність змагальної діяльності в автомобільних ралі, даючи змогу показувати високі спортивні результати в змаганнях найвищого рівня. Цей вплив не проявляється безпосередньо на кожному конкретному змаганні, так як на спортивний результат одночасно й нерівномірно впливає велика кількість чинників і має позитивний кумулятивний ефект на підвищення спортивної кваліфікації екіпажів протягом кількох спортивних сезонів.

Висновки: Зіставлення індивідуальних характеристик робочої пози пілота за кермом спортивних автомобілів з модельними довело ефективність використання розробленої математичної моделі, а також дозволило визначити оптимальне положення, яке істотно впливає на підсумковий спортивний результат.

В роботі досліджено вплив положення робочої пози пілота за кермом спортивного автомобіля на підсумковий спортивний результат в авторалі. Представлена математична модель дозволила визначити оптимальне положення крісла пілота, що позитивно впливає на підсумковий спортивний результат.

Список літератури

1. **Виноградський Б.** Кінематична модель робочої пози спортсменів-ралістів / Виноградський Б., Музика Ф., Рибак Л. // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – Чернігів, 2014. – Вип. 118. – С. 31 – 34.
2. **Градусов В.** Еволюція робочої пози водіїв за кермом ралійних автомобілів [Електронний ресурс] / Володимир Градусов, Богдан Виноградський, Олег Рибак / Спортивна наука України. – 2014. – №6 (64). – С. 37 – 42. – Режим доступу: http://sportscience.ldufk.edu.ua/index.php/snu/ article/ view/181
3. **Кувалдіна О. В.** Обґрунтування параметрів посадки за кермом сучасного спортивного автомобіля / Ольга Кувалдіна, Володимир Мартин, Олег Рибак // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. фіз. виховання, спорту і здоров'я людини / за заг. ред. Є. Приступи. – Л., 2015. – Вип. 19, т. 1. – С. 202 – 207.
4. **Рибак О.** Моделювання у навчально-тренувальному процесі фахівців для галузі фізичної культури / Олег Рибак // Теорія та методика фізичного виховання. – 2009. – №6 (56). – С. 45 – 50.
5. **Матвеев Л. П.** Модельно-целевой поход к построению спортивной подготовки (статья первая) / Л. П. Матвеев. // Теория и практика физиеской культуры – 2000. – №2. – с. 28–37.
6. **Платонов В. Н.** Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. / В. Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

УДК 37.013.83

РОЗВИТОК АНДРОГОГІЧНОЇ ОСВІТИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Тубальцева Н.П.
Фатєєв М.В.
Тубальцев А.М.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Сучасний стан розвитку суспільства характеризується прискореними темпами промислового виробництва різноманітних товарів, створенням принципово нових технологій, поширенням комп'ютерізації. Економісти, соціологи, футурологи стверджують, що, починаючи з 60-х років валове виробництво товарів і послуг у розвинених країнах подвоювалося кожні 15 років, а тепер періоди подвоєння зменшуються [1, с.369]. Високорозвинені країни перейшли до згортання суто промислових виробництв у традиційному їх розумінні і швидкими темпами розвивають високотехнологічні інтелектуальні галузі. Стиль і форми організації виробництва і соціуму перестають бути стабільними. Такі зміни в співвідношенні старого і нового впливають на звички, переконання і самосприйняття мільйонів людей. За таких умов відбувається постійна зміна мотивації і ціннісних установок.

Ще великі мислителі, філософи, письменники і вчені відчували обмеженість шкільної освіти, його стисліть за часом, старіння за змістом і недостатність обсягу для подальшого складного життєвого шляху. В умовах інтелектуалізації і комп'ютеризації не тільки виробництва, а й соціально-побутових умов людині необхідно вчитися адаптації до прискореному розвитку суспільства. Але протягом свого життя людина змінюється і вчиться в різні роки по-різному для вирішення конкретної мети, тому система освіти повинна бути досить гнучкою.

Освітня діяльність дорослого населення в даний час практично у усьому світі є основою стабільності та поступального розвитку суспільства в усіх сферах: соціально-економічній, політичній, соціально-психологічній, моральній - і є головним інструментом рішення всіх основних і глобальних проблем сучасного періоду: від особистісних до екологічних[2, с.18]. Це пояснюється і обумовлюється тим, що головні причини всіх сучасних кризових ситуацій кореняться в відставанні темпів підвищення компетентності людей на всіх рівнях від темпів змін навколишньої дійсності, породжуваних головним чином діяльністю самої людини. В Україні питання освіти дорослих загострилися у зв'язку з структурною перебудовою соціально-економічної сфери, що обумовлює необхідність перекваліфікації та підвищення кваліфікації осіб працездатного віку. Придбання додаткових компетенцій і успішність професійного зростання залежить від ряду факторів: необхідно враховувати потреби, вік, особистісний та професійний досвід дорослого, соціально-економічне оточення, затребуваність суспільством певних навичок і вмінь, зацікавленість керівника в підвищенні професійної майстерності підлеглого.

Не випадково освіту дорослих на Міжнародній конференції в Гамбурзі ще в 1997 році було охарактеризовано як ключ до XXI століття, а Європейська комісія в своєму комюніке з питань освіти дорослих 2006 року «Ніколи не пізно вчитися» підкреслила, що «освіта дорослих грає ключову роль в розвитку суспільства (соціальний капітал) і компетентності (людський капітал)»[3].

За таких обставин в останні десятиліття зросли вимоги до якості підготовки фахівців. За дослідженням Інституту Геллапа, в системі управління США виділяють п'ять основних вимог, що гарантують успіх у роботі будь-якого керівника:

– здоровий глузд;
– знання справи;
– впевненість у своїх силах;
– високий рівень загального розвитку;
– здатність доводити почату справу до кінця [4, с.266].

Це свідчить, що на сьогоднішній день однієї тільки технічної підготовки інженерів недостатньо. Перед ВНЗ, які здійснюють підготовку фахівців у галузі суднобудування і морської справи постає стратегічне завдання – підвищення конкурентоспроможності фахівців з кораблебудування і їх затребуваності як на вітчизняному, так і на зарубіжному ринку праці.

Кожен фахівець - це потенційний керівник різного рівня, який в процесі своєї професійної діяльності буде керувати підлеглими працівниками. Йому доведеться керувати дорослими людьми і контролювати їх професійний рівень. Як відомо, доросла людина в процесі навчання відрізняється від молодших учнів п'ятьма основними характеристиками: доросла людина вже володіє базовими знаннями і поняттями, вміє вчитися, має елементи саморегуляції, володіє високою мотивацією (причина - вирішення нагальних проблем), відчуває посилений вплив соціальних, побутових, професійних факторів. Тому необхідно посилити підготовку інженерів дисциплінами, які зможуть підвищити управлінські компетенції майбутніх фахівців за рахунок додаткових курсів, де їх ознайомлять з знаннями психологічних складових ділового спілкування, вмінням вибудовувати

партнерський стиль взаємодії з підлеглим, поважати його особистість та наявність досвіду професійної діяльності, або тренінгів з основ андрогогіки, наприклад в ННЦ ПДО.

На сучасний момент андрагогічний підхід в підготовці управлінських кадрів залишається поза увагою, оскільки традиційна і андрагогічна концепції в освіті передбачають принципово відмінну взаємодію за характером, логікою й результативністю навчання. Об'єктами вивчення андрагогіки є: перепідготовка кадрів, внутріфірмова освіта, післядипломна освіта різних категорій кадрів, навчання в ресурсних центрах підприємств, екстернат, система дистанційного навчання та ін. Основне положення андрагогіки, висунуте М. Ш. Ноулсом і розвинене в роботах С. І. Змєєва, Г. С. Сухобской, Ю. Н. Кулюткіна, М. Т. Громкова, А. С. Бєлкіна, пов'язане з необхідністю формування нової компетентності дорослої людини, що полягає в тому, щоб він був здатний на протязі всього життя включатися в самонавчання і застосовувати отримані знання в мінливих умовах [5, с.14]. Г. С. Сухобська з співавторами відзначають: «андрагог - будь-який фахівець, професіонал, який виступає як соціальний посередник в різних формах взаємодії з дорослими, що сприяє набуттю ними нових знань і актуалізуючий діяльність дорослої людини в освітньому плані - для досягнення соціально значущих цілей», тобто будь-який майбутній фахівець повинен бути ознайомлений з методами, засобами, процедурами та прийомами навчання дорослих для підвищення кваліфікації його підлеглих. Л.Гаєвська підкреслює необхідність володіння андрагогічними знаннями у керівників та управлінців різних рівнів у всіх сферах професійної діяльності, оскільки одним із завдань керівника є створення умов для розвитку і саморозвитку професійного і особистісного потенціалу працівників підприємства, установ, організацій [2, с. 18-19].

Ознайомлення з основами андрагогики дає можливість підвищити професійний профіль майбутнього фахівця і в результаті він буде:

– розуміти сенс вікових, соціальних, професійних особливостей своїх підлеглих, ознайомлений з прийомами і методами андрогогіческіх концепцій, мати цілісне уявлення про дорослу людину;

– вміти в реальній практиці використовувати сучасні технології навчання дорослих; здійснювати психолого-андрагогічну діагностику;

– володіти професійними знаннями в області інформатизації, вміти коректно
виражати і аргументовано доводити положення в професійній області знання;

– володіти сучасними методами пошуку, обробки та використання інформації, вміти інтерпретувати й адаптувати інформацію для дорослих;

– вміти будувати взаємовідносини, об'єктивно і неупереджено оцінювати підлеглих, встановлювати з підлеглими ділові доброзичливі відносини, приймати і реалізовувати управлінські рішення в своїй професійній діяльності з підготовки кадрів;

– здатний в умовах розвитку науки і мінливого соціального середовища до перегляду власних позицій, вибору нових форм і методів роботи в інформаційному середовищі.

Необхідно зазначити що, в сучасних умовах комплексна програма навчання фахівців з урахуванням усіх сучасних тенденцій розвитку промислово-економічної сфери повинна бути націлена на перспективу і мати випереджальний характер. Придбані управлінські компетентності не вичерпуються знанням засвоєного фактичного матеріалу, а базуються на постійному поширенні знань і вмінь. Вони включають навички і досвід, який людина придбала в усіх сферах життя, важливі для вдосконалення вміння вчитися, та виступають в якості основи, що дозволяє людям інтегрувати нову інформацію.

Таким чином, в сучасних умовах роль інститутів післядипломної підготовки та підвищення кваліфікації фахівців, які сприяють постійному оновленню знань і підвищення компетентності значно посилюється. Працівники, які отримують додаткову підготовку в конкретних галузях професійної діяльності для підвищення вмінь, знань, навичок, особистих якостей і ціннісних орієнтирів впевнені в тому, що вони будуть затребувані на ринку праці, де вони конкурентоспроможні і відповідають вимогам підприємництва.

Література

1. **Краснокутська Н.В.** Інноваційний менеджмент [Текст] / Н.В. Краснокутська – КНЕУ, 2003. – 504с.

2. **Калашникова С.А.** Освітня парадигма професіоналізації управління на засадах лідерства: [монографія] / С.А. Калашникова. – К.: Київськ. Ун-т імені Бориса Грінченка, 2010. – 380с.

3. **Марон А.Е., Монахова Л.Ю.** Профессиональное становление педагога-андрогога системы информатизации образования взрослых / Человек и образование (Академический вестник Института педагогического образования и образования взрослых РАО). – 2014. – №3(40). – С.75-81.

4. **Шегда А.В.** Менеджмент [Текст] / А.В. Шегда. – К.:Знання, 2004. – 687с.

5. **Змеев С.И.** Андрагогика: основы теории, истории и технологии обучения взрослых [монография] / И.С. Змеев.– М.: Perse, 2007. – 257с.

УДК 502.1(076)

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА ОСВІТИ З МЕТОЮ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Щедролосєв О. В., Коновалова Г. В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонська філія

Законодавством України прямо передбачено: «Підвищення екологічної культури суспільства і професійна підготовка спеціалістів забезпечуються загальною обов'язковою комплексною освітою та вихованням в галузі охорони навколишнього природного середовища, в тому числі в системі загальної середньої, професійної та вищої освіти, підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів».

Остання вимога щодо викладання навчального курсу відображена у листі Міністерства освіти і науки України від 23.06.2010 р. за № 1/9-450, на виконання ст. 6 Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» і Постанови Окружного адміністративного суду м. Києва від 16.07.2009 р. за № 3/238 щодо впровадження у вищу та середню освіту України дисципліни «Екологічна етика». В свою чергу Міністерство освіти і науки України рекомендувало включити до переліку вибіркових дисциплін навчальних планів вищих навчальних закладів дисципліну «Екологічна етика» в обсязі одного кредиту ECTS (36 год.) [1].

З метою екологізації вищої освіти та формування екологічного світогляду у майбутніх спеціалістів у вищих навчальних закладах, зокрема в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова в навчальних планах підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти також було введено дисципліну «Екологічна етика», поряд із дисципліною «Основи екології», які на сьогоднішній час об'єднані в один навчальний курс під назвою «Основи екології та екологічна етика» в обсязі два кредити ECTS (60 год.).

На сучасному етапі розвитку суспільства екологія та екологічна етика вирішують коло проблем і користується методами, матеріалами та принципами, які далеко виходять за межі суто біологічних наук. Сучасна екологічна та екосоціокультурна освіта повинна бути науковою базою для розробки стратегії й тактики поведінки людства в природному середовищі, раціонального природокористування, охорони та відновлення довкілля.

З урахуванням глобальних і регіональних екологічних проблем та сучасних підходів до їх вирішення, керуючись ідеями екологічної філософії та використовуючи багаторічний досвід викладання природоохоронних дисциплін, курс «Основи екології та екологічна етика» дає студентам необхідні знання з теоретичних й практичних питань сучасної екології та екологічної культури [2, 3].

Мета та завдання першого навчального модуля «Основи екології» – це оволодіння основами екологічних знань, закладення підвалин екологічної культури, розуміння завдань у сфері охорони природи, уміння приймати оптимальні рішення не на шкоду довкіллю.

Предметом даного навчального модуля є вивчення основних аспектів забруднення навколишнього середовища, охорона повітря, рослинного, тваринного світу та водного середовища.

Саме в цьому змістовому модулі розглядаються теоретичні аспекти загальної екології, склад і функціювання біосфери, кругообіг речовин та енергії, природні ресурси Землі, практичні аспекти екології, засоби охорони навколишнього середовища, стратегія виживання людства, нові галузі екології, питання економіки природокористування, визначення критерію оцінки екологічності прийняття економічних рішень, розрахунку шкоди, заподіяної навколишньому середовищу [4, 5, 6, 7].

Мета другого навчального модуля «Екологічна етика» – це познайомити студентів із засадами екологічної етики і культури в єдності їх теоретичних та практичних вимірів, в проявах історичних, політичних, природничих, соціологічних та світоглядних, в колізіях їх утвердження в реальному, зокрема українському, суспільстві.

По закінченню вивчення навчального модуля курсу «Екологічна етика» студенти повинні знати теорії і закони екологічної етики; концепцію стійкого розвитку України; рівноважні і нерівноважні системи; питання екологічної етики і культури; енергетичні процеси в екосистемах; екологічне право; біологічну продуктивність екосистем. Вміти давати глибоку оцінку екологічних негативних наслідків на рівні глобальних і регіональних проблем; застосовувати в практичній роботі необхідні знання для реалізації основних напрямків державної політики України з питань охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.

В міру ускладнення суспільних відносин у людському суспільстві виникла необхідність конкретизації тих чи інших моральних норм, правил стосовно певних сфер повсякденного життя людини, які пов'язані в тому числі і з екологією, і екологічною етикою.

Так екологія, екологічна етика і культура мають давню історію, вони є атрибутивною, тобто органічною складовою людського життя з часів його виникнення. Водночас вони – феномен XX ст., коли людство дедалі більше усвідомлює необхідність перелаштування свого життя, з тим щоб воно стало

безпечним, здоровим, радісним, щоб екологічна етика і культура кожного, зокрема, і всіх разом стала імперативом буття.

В основу концепції розвитку екології та екологічної етики покладено діяльнісний підхід. Це – одна з основних методологічних парадигм сучасної науки, яка дає змогу зрозуміти як причини і мотивацію людських вчинків, так і сам механізм перетворення «світу в собі» у «світ для себе», світу натурального, природного у світ трансформований згідно з потребами, цілями та можливостями людини. У цьому контексті як екологія, так і екологічна етика є такою життєдіяльністю людини, за якої досягається адаптація (трансформація) навколишнього природного світу до людини, а її самої – до довкілля [7]. Тому навчальна дисципліна «Основи екології та екологічна етика» включає коло питань, пов'язаних з використанням людиною природи, перетворенням її у власних інтересах, а також з наслідками такої діяльності.

Висновки

Введення в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова до навчальних планів підготовки з усіх спеціальностей за першим (бакалаврським) рівнем освіти поряд з навчальною дисципліною «Основи екології» навчальної дисципліни «Екологічна етика» – це прогресивний крок у підготовку майбутніх фахівців з таким напрямом людської діяльності та мислення, від якого істотним чином залежать нормальне існування сучасної цивілізації, її сталий розвиток у майбутньому. Подальша спеціалізація вищої освіти передбачає формування у студентів системних, комплексних знань з питань охорони довкілля, екологічної етики і досягнення сталого розвитку суспільства та практичних навичок їх застосування. При викладенні матеріалу обов'язково враховується зв'язок курсу з майбутньою спеціальністю студентів, що передбачає екологізацію професійно орієнтованих дисциплін, які будуть вивчатись ними на старших курсах.

З урахуванням специфіки навчального закладу та майбутніх освітніх програм (спеціалізацій) студентів, значну увагу в навчальній дисципліні «Основи екології та екологічна етика» приділено питанням, пов'язаним із формуванням активної громадянської позиції майбутніх інженерно-технологічних фахівців, зокрема щодо розв'язання різних екологічних проблем сьогодення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічна етика [Текст]: Навчальний посібник / В. Є. Борейко, О. М. Шуміло, В. В. Шеховцов, О. О. Шуміло ; за загальною редакцією О. М. Шуміла. – Х. : Право, 2015. – 304 с.
2. **Науменко, Г. Г.** Освітянська компонента екологічної культури / Г. Г. Науменко // Грані. – 2006. – №3. – С. 74-78.
3. **Курняк, Л. Д.** Екологічна культура: поняття і реальність [Текст] / Л. Д. Курняк // Вища освіта України. – 2006. – №3. – С. 32-37.
4. **Білявський, Г. О.** Основи екології [Текст] : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. О. Костіков. – К. : Лібідь, 2005. – 408 с.
5. Екологія [Текст] : навч. посіб. / В. В. Березуцький, Л. А. Васьковець, О. М. Древаль ; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – 420 с.
6. **Скоробогатий, Я. П.** Основи екології : навколишнє середовище і техногенний вплив [Текст] : підручник / Я. П. Скоробогатий, В. В. Ощаповський, В. О. Василечко, С. Л. Кусковець. – Л. : Новий Світ-2000, 2008. – 222 с.
7. **Шматько, В. Г.** Екологія і організація природоохоронної діяльності [Текст]: навч. посіб. для студ. ВНЗ / В. Г. Шматько, Ю. В. Нікітін. – К. : КНТ, 2008. – 303 с.
8. **Кисельов, М. М.** Національне буття серед екологічних реалій [Текст] : монографія / М. М. Кисельов, Ф. М. Канак ; Центр практ. філос. – К. : Тандем, 2000. – 320 с.

УДК 001.891:004.65

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА У СФЕРІ СУДНОБУДУВАННЯ ТА СУМІЖНИХ ГАЛУЗЯХ

Костирко Тамара Миколаївна
Бондар Ірина Василівна
Корольова Тетяна Діонісіївна
Жигалкіна Марина Сергіївна
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

Ключові слова: бібліометрія, наукометричні бази даних, показники публікаційної активності, наукометричний аналіз.

З 2012 року Науковою бібліотекою НУК розпочато новий вид діяльності – інформаційна аналітика, як інструментарій моніторингу світового наукового інформаційного потоку, аналіз рівня цитування вчених та індексу впливу періодичних видань НУК в міжнародному інформаційному просторі, їх просування до наукометричних індексів основних галузевих та міжнародних баз даних.

Одним із напрямків роботи Наукової бібліотеки стало виявлення наукової активності НУК в цілому та публікаційної активності вченого за допомогою наукометричних та бібліометричних досліджень.

Об`єктом даного дослідження є публікаційна активність науково-педагогічних працівників (НПП) НУК. Джерелом даних, використаних у дослідженні, є авторитетні наукометричні бази даних (БД) Scopus і Web of Science Core Collection (WoS) за період з 2013 по 2017 рр. станом на 01.04.2018 р.

Мета дослідження: відстежити динаміку публікаційної активності та результативності наукової діяльності НПП університету за період 2013-2017 рр.

Згідно результатів конкурсу МОН України, проведеного у серпні 2017 р., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова отримав доступ до наукометричної БД Scopus за кошти держбюджету. З моменту отримання доступу проведено роботу з об'єднання ідентифікаторів організації НУК та створення єдиного профіля університету у БД Scopus та WoS. Знайдено 54 потенційних збіги назв університету та назв філій НУК у Первомайську, Херсоні, Феодосії (до 2014 р.). У офіційному профілі НУК у БД Scopus (Admiral Makarov National University of Shipbuilding) на 01.04.2018 р. представлено 194 автори, 250 документів. У офіційному профілі НУК у БД WoS представлено 246 авторів та 144 документи. Робота з наповнення єдиних профілів НУК продовжується.

Аналізуючи загальні показники публікаційної активності НУК імені адмірала Макарова бачимо, що автори–НПП НУК більшу частину своїх наукових робіт публікують у вітчизняних виданнях (94,8 %). Решта 5,2 % припадають на зарубіжні видання. Тільки 3,1 % від загальної кількості публікацій припадає на наукометричні БД Scopus і WoS. Сумарна кількість цитувань публікацій у наукометричних БД Scopus і WoS в організації – 735, кількість авторів – 550 (середнє арифметичне за 2013-2017 рр.), сумарний індекс Хірша у наукометричних БД Scopus і WoS – 16. Середня кількість публікацій у наукометричних БД із розрахунку на 1 автора (продуктивність) – 0,4; середня кількість цитувань у наукометричних БД із розрахунку на 1 публікацію – 1,3.

Частка публікацій авторів–НПП НУК у фахових журналах складає 35,2 % від загальної кількості публікацій в українських виданнях та 33,3 % від загального публікаційного потоку установи.

Аналізуючи ці дані, можна зробити висновок, що стійка прив'язка до публікацій в «своїх» журналах гальмує процес розвитку міжнародної публікаційної активності НУК і України в цілому. І, навпаки, якщо активніше публікуватися в міжнародних журналах, у національній публікаційній активності з'являються можливості для зростання. Як наслідок не високі позиції університету у впливових рейтингах

Загальна динаміка показників публікаційної активності НУК свідчить про підвищення якості науково-інформаційної діяльності (НІД). Однак, у установи є резерви для її підвищення, зокрема для збільшення долі високоцитуємих публікацій та зниження частки нецитуємих публікацій НПП.

Не зважаючи на те, що наукометричні показники індексів цитування відіграють важливу роль при оцінці наукової діяльності авторів, видань, установи в цілому, ми вважаємо, що вони не можуть бути єдиним критерієм якості і значущості вченого і інституції, в якій вони працюють. При проведенні оцінки наукової діяльності слід проводити комплексний аналіз даних, які можна застосувати для конкретної предметної області.

Співробітниками Наукової бібліотеки НУК було проведено соціологічне дослідження щодо обізнаності та компетентності вчених НУК з наукометричних ресурсів, а саме БД Scopus та WoS. За підсумками анкетування, у якому взяли участь 160 НПП НУК, можна зробити висновок, що 70 % опитаних науковців використовують у роботі наукометричні ресурси, а саме БД Scopus та WoS, а основними перешкодами успішної діяльності та інтеграції до європейського науково-освітнього простору університету вважають

недостатнє фінансове стимулювання, труднощі при публікації у рейтингових виданнях та низьку мовну компетентність.

Проведений аналіз дозволив оцінити кількісні параметри публікаційної активності Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова і зробити наступні висновки:

1. У 2013-2017 рр. спостерігалася позитивна динаміка зростання кількості публікацій наукових співробітників НУК.
2. З 2015 р помітно зросла публікаційна активність авторів університету у наукометричних БД Scopus та WoS. Однією з причин ми вважаємо початок реалізації Постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності закладів освіти». Інший важливий фактор – підвищення інформованості НПП про способи оцінки результативності їх праці, чому сприяють заходи щодо формування інформаційної культури, що проводяться НБ НУК.
3. Більша частина публікацій відноситься до досліджень з технічних наук (Engnering), комп'ютерних наук (Computer science), фізики (Physics). Це пов'язано з традиційно сильними напрямками наукових досліджень в університеті. Саме ці напрямки НУК позначені як пріоритетні, але розвиваються напрямки і в інших областях науки, і ми очікуємо, що тематична спрямованість публікацій буде розширюватися.
4. Організація і управління публікаційною активністю процес складний і багатоаспектний, вирішувати завдання, пов'язані з ростом результативності наукової діяльності, можна тільки на системному рівні. Для повноти оцінки публікаційної активності установи
5. необхідні методики, з вибірки та аналізу публікацій з БД Scopus і WoS, виконаних як по організації в цілому, так і по персоналіях окремих вчених.
6. Завдяки проведеному дослідженню стало можливим визначити пріоритетні напрямки наукових розробок, а також виявити вчених – наукових лідерів університету. Результати проведеного аналізу публікаційної активності НПП НУК ми вважаємо вкрай важливими. Вони можуть бути використані як інструмент для виявлення слабких сторін науково-дослідницької діяльності університету і пошуку шляхів її удосконалення.

Література

1. **Боргоякова, К. С.** Методика определения цитируемости научных публикаций исследователя [Электронный ресурс] / К. С. Боргоякова // Библиосфера. – 2017. – № 1. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-tsitiruemosti-nauchnyh-publikatsiy-issledovatelya. – 12.09.2018.
2. **Борисова, Т**. Аналіз продуктивності науковців із використанням метрик публікаційної активності (на основі даних НаУКМА у Scopus) [Електронний ресурс] / Т. Борисова // Материали VI міжнар. наук.-практ. конф. "Наукова комунікація в цифрову епоху". – Київ, 2018 р. – Режим доступу : http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/12733/Borysova_SCDA18.pdf?sequence=1&isAllowed=y. – 12.09.2018
3. **Вялков, А. И**. Оценка качества научно-исследовательской деятельности медицинской организации с помощью наукометрических показателей [Электронный ресурс] / А. И. Вялков, Е. А. Глухова // Здравоохранение РФ. – 2013. – № 3. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-nauchno-issledovatelskoy-deyatelnosti-meditsinskoy-organizatsii-s-pomoschyu-naukometricheskih-pokazateley. – 12.09.2018.
4. **Газизова, Д. Г.** Библиометрический анализ данных по отраслевой тематике: индекс качества и производительности / Д. Г. Газизова // Научные и технические библиотеки. – 2017. – № 12. – С. 19–30.
5. **Гуськов, А. Е.** Стратегии повышения публикационной активности университетов Проекта 5-100 / А. Е. Гуськов, Д. В. Косяков, И. В. Селиванова // Научные и технические библиотеки. – 2017. – № 12. – С. 5–18.
6. **Еременко, Т. В.** Индикаторы публикационной активности регионального научного сообщества: постановка проблемы / Т. В. Еременко // Научные и технические библиотеки. – 2018. – № 1. – С.43–50.
7. **Кирвас, В. А.** Наукометрическая оценка результатов исследовательской деятельности ученых и качества периодических научных изданий [Электронный ресурс] / В. А. Кирвас // Системи обробки інформації. – 2013. – Вип. 8. – С. 5–15. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2013_8_3
8. **Колледж, Л.** "Корзина метрик" – лучшее средство для оценки авторитета журнала [Электронный ресурс] / Л. Колледж, К. Джеймс // Научный редактор и издатель. – 2016. – Т. 1, № 1–4. – С. 25–31. – Режим доступа : https://doi.org/10.24069/2542-0267-2016-1-4-25-31
9. **Корецький, А. І.** Наукометричні засоби у визначенні пріоритетів інноваційного розвитку національної економіки : дис. … канд. екон. наук : 08.00.03 / А. І. Корецький ; ВНЗ «Університет економіки та права "КРОК». − Київ, 2016.
10. **Нікітенко, О. М**. Оцінювання рейтингу науковців за відображеннями у наукометричних базах даних / О. М. Нікітенко, Н. В. Плеченко // Матеріали Інтернет-конф. "Вимірювання в бібліотеках: оцінка ефективності та якості роботи". – Харків : Харків. нац. ун-т радіоелектроніки : НБ, 2017.

11. Новые методы оценки продуктивности исследовательской деятельности [Электронный ресурс] / Т. Л. Шапошникова, Д. А. Романов, Е. С. Киселева и др. // Ученые записки университета Лесгафта. – 2015. – № 3 (121). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/novye-metody-otsenki-produktivnosti-issledovatelskoy-deyatelnosti. – 12.09.2018.
12. Публикационная активность вузов: эффект проекта "5-100" [Электронный ресурс] / О. В. Польдин, Н. Н. Матвеева, И. А. Стерлигов и др. // Вопросы образования. – 2017. – № 2. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/publikatsionnaya-aktivnost-vuzov-effekt-proekta-5-100. – 12.09.2018.
13. Результаты выполнения конкурсных исследовательских проектов: библиометрия вклада различных групп ученых, организаций, городов, регионов и стран / А. Н. Либкинд, А. И. Терехов, В. А. Маркусова и др. **//** Науч.-техн. информация. Сер. 1. Организация и методика информационной работы. – 2015. – № 11. – С. 16–28.
14. **Скалабан, А. В.** Библиометрическое исследование публикаций работников Белорусского национального технического университета с помощью баз данных *Web of Science* и *Scopus* и оценка эффективности их научной деятельности: 2011–2015 гг. / А. В. Скалабан, И. В. Юрик, В. С. Лазарев // Приборы и методы измерений. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 81–92.
15. **Смолина, С. Г.** Анализ публикационной активности и опыт организации мониторинга Южно-Уральского государственного университета [Электронный ресурс] / С. Г. Смолина // Библиосфера. – 2013. – № 2. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-publikatsionnoy-aktivnosti-i-opyt-organizatsii-monitoringa-yuzhno-uralskogo-gosudarstvennogo-universiteta. – 12.09.2018.

УДК 378.147

ІНТЕРАКТИВНІ ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гарбар Ірина Валеріанівна
Петрович Любов Іванівна
Гарбар Андрій Іванович
Навчально-науковий гуманітарний інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Завданням закладів вищої освіти є підготовка освіченої, креативної, конкурентоспроможної особистості на сучасному ринку праці. Нова парадигма освіти зумовила оновлення відповідних форм і методів навчання, де студент знаходиться у центрі навчального процесу, а викладач поважає його думки, спонукає до активності, заохочує до творчості. Спільна діяльність студента та викладача означає, що кожен вносить особистий внесок у навчальний процес, відбувається обмін знаннями, ідеями, засобами діяльності.

Сучасний навчальний процес повинен опиратися на використання інтерактивних методів навчання. Інтерактивне навчання об’єднує нові ефективні форми і методи навчання: здобуття знань, їх передача й практичне застосування, що сприяє модернізації навчального процесу, розвиває творчий підхід і особистісний потенціал студентів.

Інтерактивні методи можуть застосовуватися під час організації викладачем таких видів робіт зі студентами: організація тематичних занять; організація роботи над навчальним проектом; створення портфоліо студента; організація дискусій; створення освітніх ресурсів (курсів лекцій, тренінгових матеріалів, дипломних робіт, творчих робіт, аудіо- і відеоматеріалів тощо).

Для вирішення навчальних завдань викладач застосовує такі інтерактивні форми: *кейс-метод; ділові ігри; тренінги; навчальні дискусії; «круглий стіл»; дебати; case-study* або *метод конкретних ситуацій; «мозковий штурм»; відеоконференції; метод проектів* тощо.

Застосовуючи *кейс-метод,* викладач повинен створити в навчальній аудиторії такі умови, які б дозволили розвинути у студентів вміння критично мислити, аналізувати, у процесі дискусії ділитися власними думками, ідеями, знаннями та досвідом. Студенти повинні усвідомлювати, що викладач знаходиться в аудиторії для того, щоб допомогти їм, і вони мають скористатися цим, проте основна відповідальність за те, чому вони навчились, лежить на них [1].

Особливою формою комунікації є *ділові ігри*. Це комплексна рольова гра з різними інтересами її учасників і необхідністю прийняття рішення наприкінці або під час гри. Рольові ігри формують у студентів комунікативні здібності, самостійність мислення. Вони проходять у формі групового мисленнєвого пошуку, що потребує залучення до комунікації всіх учасників гри. Завершується ділова гра підбиттям підсумків, де основна увага приділяється аналізу одержаних результатів, найбільш значущих для практики.

Тренінги – це така форма навчання, коли основна увага приділяється практичному опрацюванню матеріалу, що вивчається. У процесі моделювання спеціальних завдань-ситуацій студенти мають можливість розвивати і закріплювати необхідні знання і навички, змінювати свої погляди.

Метод *case-study* або *метод конкретних ситуацій* (від англійського case – випадок, ситуація) – метод активного проблемно-ситуаційного аналізу. Використання цього методу передбачає вирішення конкретних ситуаційних завдань, перехід від накопичення знань до діяльнісного, практико-орієнтованого підходу відносно реальної діяльності студента. Мета цього методу – навчити студентів аналізувати інформацію, оцінювати її, знаходити оптимальний варіант вирішення певного завдання і формулювати перспективи подальших дій.

Навчальна дискусія відрізняється від інших видів дискусій тим, що новизна її проблематики стосується лише студентів – учасників дискусії (від 6-ти до 15-ти осіб). Для викладача, який організує навчальну дискусію, результат, як правило, вже заздалегідь відомий. Метою є процес пошуку, який повинен привести до об'єктивно відомих, але суб'єктивно нових знань з точки зору студентів. Під час проведення дискусії викладач повинен керувати процесом пошуку істини, а також створити і підтримати доброзичливу і відверту атмосферу.

Основою методу *проектів* є розвиток пізнавальних навичок студентів, умінь самостійно конструювати свої знання й орієнтуватися в інформаційному просторі, розвиток критичного мислення. Критичне мислення – це здатність ставити нові запитання, добирати різноманітні аргументи, приймати незалежні продумані рішення [3].

Інноваційним механізмом активізації педагогічного і наукового процесів є метод *«гонка за лідером»*. Автори цієї методики І. Галиця, О. Галиця висвітлюють значення, зміст поняття «змагання», розкривають методологічні аспекти застосування нетрадиційної (штучної) конкуренції, надають слушні пропозиції щодо нарахування балів за основні види освітньої діяльності, пропонують конкретні формули для розрахунку загальної кількості балів, акцентують увагу на розробці безмашинного програмного методу контролю знань студентів, застосування якого дозволить перевіряти знання необмеженої кількості студентів з окремих питань навчальної дисципліни за короткий проміжок часу [2].

Отже, під час *інтерактивного навчання* студент може спілкуватися з викладачем он-лайн, вирішувати творчі, проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності, формулювати перспективи подальших дій.

Тому у закладах вищої освіти необхідно поступово впроваджувати замість репродуктивної системи навчання креативну систему, активно застосовувати сучасні інтерактивні методи навчання, що здатні забезпечити самореалізацію кожного студента.

Використання інтерактивного навчання є невід'ємною частиною процесу професійної підготовки майбутніх фахівців.

Література:

1. **Воркут Т. А.** Роль кейс-методу в підготовці фахівців з логістики : Аналіз світового досвіду // Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики. – Київ, 2000. – С. 55–61.
2. **Галиця І. О.** Інтелектуально-конкурентні ігри як креативний механізм активізації педагогічного, наукового та інноваційного процесів / І. О. Галиця, О. С. Галиця // Вища освіта. – 2011. – № 1. – С. 105.
3. **Митина Н. А.,** Современные педагогические технологии в образовательном процессе высшей школы / Н. А. Митина, Т. Т. Нуржанова // Молодой ученый. – 2013. – № 1. – С. 345–349.

УДК 378.147.88

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІІ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ В ВІТЧИЗНЯНИХ ЗВО

Патлайчук О. В.
канд. філос. наук, доцент кафедри філософії та культурології,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Патлайчук О. В.
студент групи 2141, ННІКНУП,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

У сучасному суспільстві освіта очікуваного розглядається у якості інвестиції в себе, з очікуваними дивідендами в майбутньому. Тому є вкрай важливим є усвідомлення майбутнім інженером значення процесу навчання як інвестиці, та відповідне ставлення до процесу навчання.

Однак, після закінчення ВНЗ, багато бакалаврів, чи магістрів, не отримують можливості працювати за отриманою спеціальністю, більш того, сучасні реалії не гарантують працевлаштування взагалі. До того ж, на жаль, наша система освіти, в її сучасному вигляді, не гарантує випуск кваліфікованих спеціалістів, як результату навчання, та не забезпечує ані інтересу до процесу навчання, ані усвідомлення значення отримання знань під час перебування студентом – це її перший недолік, і другий – це відокремленість академічного вузівського процесу навчання від сьогоденних потреб технічного виробництва.

Можливо, що однією з причин цього стає велика кількість інформації, яку отримують студенти, та яка, за їх враженням, дається без пояснення її значення. Студент, таким чином, отримує велику кількість інформації, але не розуміє, де і як саме вона може стати у пригоді. З іншої сторони, підприємство отримує молоду людину, яку потрібно «доводити» як фахівця з набором компетенцій, необхідних саме цьому підприємству.

Для виправлення ситуації, що склалась, у деяких технічних вузах нашої країни, в якості пілотного проекту впроваджується система дуальної освіти, яка може стати одним із способів підвищення обізнаності у майбутній спеціальності студентів, та можливістю обрати найкращих з них як перспективних співробітників, для підприємства.

Під дуальною системою освіти розуміють таку систему, в якій освіта молодих людей з обраної спеціальності відбувається в двох організаціях, тобто, одночасно дві установи беруть участь в навчальному процесі. З одного боку це ВНЗ, а з іншого – підприємство. Обидві установи по відношенню один до одного є незалежними партнерами. В якості одного з можливих варіантів реалізації дуального навчання, запропонована освітня технологія, яка поєднує вивчення теорії з її практичним застосуванням на виробництві, але відрізняється від практики в її сучасному значенні.

Це поєднання роботи і навчання, коли молодого спеціаліста навчальний заклад готує разом з підприємством. Компанія визначає потрібні їй спеціальності й замовляє вишу, що дозволяє у дякій мірі спрогнозувати попит на ті чи інші спеціальності в залежності від потреб ринку.

Фінансове навантаження цієї освітньої системи розподіляється між державою та інвестиційними програмами підприємств. Крім того, деякі підприємства можуть встановлювати стипендію для студентів за час проходження практики, а також доплату для фахівця, який є куратором студента. Таким чином, формується взаємна мотивація між студентом і спеціалістом-куратором, що, в свою чергу, є запорукою розвитку взаємовигідного співробітництва між ВНЗ і підприємством.

Принципи дуальної освіти здатні виступити каталізатором для інших позитивних процесів в системі вітчизняної вищої освіти, наприклад, розвиток інноваційних центрів з розробки новітніх технологій у різних галузях. У радянських інститутах цю функцію з різним рівнем успішності виконували науково-дослідні сектори та конструкторські бюро. Зараз ця ланка в наших університетах, здебільшого, у занепаді, а то й зовсім відсутня.

Проте саме через цю ланку реалізується основний принцип дуальної освіти в університетах світу, коли фахівці інноваційних центрів, які є одночасно викладачами, формують вектор навчання студентів старших курсів, задіяних у розробці проектів центру. Звісно, цей вектор навчання спрямований у бік спеціалізації навчальних дисциплін.

Бажання роботодавців щодо віднесення витрат на підготовку фахівців до витрат на виробництво, й у майбутньому закладення цих витрат у собівартість товарів або послуг, які пропонує компанія, будучи внесеним як ініціативна пропозиція МОН, не отримало підтримки з сторони Мінфіну. Останне готове спробувати розглянути можливі стимули для бізнесу за умови запропонування працюючої модель, де бізнес зробить реальний внесок у підготовку кадрів.

За системою, або Концепцією дуальної освіти передбачається просторове і часове поєднання за принципом 50 на 50% навчання у навчальному закладі та стажування на підприємствах, що сприяє більшій інтеграції освіти, науки і бізнесу, або використовується розподіл, за яким практична (виробнича) частина становить приблизно дві третини, а вузівська або професійно-теоретична частина – приблизно одну третину усього часу навчання.

Переважно, система дуальної освіти охоплює прикладні спеціальності, які пов’язані з виробництвом, фундаментальні дисципліни не розглядаються як можливо задіяні у цієї системі, так само, як і педагогічна освіта, в якій не використовується співпраця з підприємтвом.

Згідно з дуальним принципом навчання, студенти під час стажування на підприємствах складають кваліфікаційні іспити, пишуть звіти, які вони пізніше здають в університеті в рамках навчального плану, і таким чином, досягається тісна інтеграція практичного навчання та університетської програми; фахівці, що працюють на підприємствах, беруть активну участь у формуванні переліку дисциплін та змісту і структури навчальних програм у ВНЗ.

Плани проведення занять на підприємстві визначаються самими виробництвами з урахуванням курсу студента.

Внаслідок застосування цієї системи, майбутній інженер відразу може почати отримувати корисний досвід по своїй спеціальності, і найголовніше, чіткіше уявлення про значення інформації, яку він одержує під час навчання.

Наприклад, працюючи на підприємстві, фокус діяльності якого безпосередньо пов'язаний з конструкцією суднових енергетичних установок, студент може на практиці ознайомитися з проблемами інфраструктури в судовій промисловості. Під час практики студент працює на різних рівнях технічної інфраструктури судна – освоює роботу в машинному відділенні, на нижніх рівнях судна, отримує уявлення про комунікаційних технологіях на судах і т. д.

Дуальна освіта дозволяє студенту під час практичного семестру приміряти на себе майбутню сферу діяльності, подивитися «твоє це чи ні», та при необхідності скорегувати майбутню спеціалізацію, враховуючи власні можливості та інтереси, що, представляється актуальним для тих, хто слабко уявляє, в чому конкретно полягатиме їхня робота.

Можливість отримання повноцінної технічної освіти без збільшення терміну навчання має багато плюсів, але є в ній і свої мінуси. По-перше, це зажадає зміни нормативних документів у сфері вищої освіти. А по-друге, така програма переважно розрахована на цілеспрямованих студентів з високою мотивованістю, які вже з ранніх років навчання переконані у вірності свого вибору.

Однак, слід визначити тенденцію, за якою можливість отримання освіти за цією системою фактично перетворюється на стажування, прикладом чого може слугувати реалізація одного з експериментальних варіантів вітчизняної дуальної освіти, ініційованого освітньою платформою SmartMe University, громадськими організаціями "Фундація розвитку інновацій", "BrainBasket Foundation" та Асоціація "IT України", за яким четверо першокурсників спеціальності "Комп'ютерні науки" Державного університету телекомунікацій паралельно із навчанням стажувалися на реальних проектах в київських філіях компаній Ciklum та EPAM. Головним критерієм відбору стала вимога мати рівень володіння мовою програмування на рівні корпоративних вимог, що несумісне на мою думку з самою ідеєю процесу навчання.

УДК 378:316.48

ПСИХОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ТЕХНОЛОГІЯ ВИХОДУ З КОНФЛІКТНОЇ СИТУАЦІЇ

Трибулькевич Катерина Георгіївна,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Ефективність освітнього процесу визначається великою кількістю факторів, серед яких важливе місце посідає психологічна безпека учасників взаємодії. Конфліктні ситуації супроводжують людину все життя, і від володіння технологією виходу з них залежить ефективність взаємин, в які вступає людина. Особливе значення ці знання мають для викладача вищої школи. Дослідженням проблеми конфліктів у закладах освіти займалися Р.В. Безпальча, В.О. Дмітрієвський, Л.Г. Зубенко, В.Д. Немцов, М.М. Рибаков, Н.Є.Щуркова та ін.

Метою роботи є розгляд поняття «конфлікт» та визначення технології виходу з конфліктної ситуації із метою подальшого її застосування для створення умов психологічної безпеки у закладах вищої освіти.

У перекладі з латинського conflictus означає зіткнення протилежних інтересів, поглядів, серйозна розбіжність, гостра суперечка, дослівно - боротися разом. Конфлікт — це всякого роду протиріччя між суб'єктами (у випадку внутрішнього конфлікту людина вступає в протиріччя із самим собою). Його прояви різноманітні і динамічні, тому перехід від однієї стадії до іншої відбувається досить швидко, і при невмінні розв'язати конфлікт він стрімко досягає апогею свого розвитку, здобуваючи найбільш тверді, неприваблівіформи, що характеризуються кипінням пристрастей, сплеском емоцій, а найчастіше, і некерованістю поводження його учасників.

Конфлікт (за В.О. Дмітрієвським) – перетинання цілей, інтересів, позицій, думок або поглядів, не обов'язково протилежних, а частіше лише суперечливих одне одному певною мірою, при чому така суперечність обов'язково проявляється у діях.

Визначають конструктивні конфлікти, які позитивно впливають на життя людей і суспільства — служать джерелом самовдосконалення й саморозвитку особистості, здружують членів групи, стимулюють ефективний вихід з проблемних ситуацій. І деструктивні, що призводять до воєн, насильства, розриву стосунків, до самотності та згуби. Якщо конструктивні конфлікти виявляються у принципових зіткненнях думок, у дискусіях, то деструктивні — у дрібних і великих сварках і непорозуміннях. Тому деструктивні конфлікти потрібно швидко залагоджувати і ліквідовувати. У колективі це буде сприяти оздоровленню морально-психологічного клімату, підвищить активність і працездатність людей. В особистому житті призведе до покращання стосунків, до взаємної любові і поваги.

Розв'язання конфлікту є творчим актом. Індивідуальний пошук рішення і його реалізація конкретною людиною здійснюється з урахуванням безлічі факторів ситуації, що складається.

Першим етапом на шляху розв'язання конфлікту є його виявлення. Від уміння бачити конфлікт на початкових стадіях розвитку залежить його тривалість і гострота, можливість зміни взаємин, а також спосіб розв'язання протиріччя. Виявлення конфлікту потребує від педагога фіксацію змін відносин у взаємодії (за вербальним або невербальним проявом): міміка, пластика, мова, поведінка, окремі дії (так само як і бездіяльність).

Зафіксувавши зміну позиції, педагогу необхідно проаналізувати стан особистості в цей момент, щоб визначити, порожній це чи конфлікт змістовний, і в залежності від цього планувати свої подальші дії. В окремих випадках нестандартна, несподівана поведінка може бути спровокована обставинами, настільки ж нестандартними і непередбаченими, тому вони теж повинні бути враховані при аналізі сформованої ситуації і виборі форми педагогічного впливу.

Другим етапом розв'язання конфлікту стає аналіз ситуації. Аналіз починається з чіткого змальовування події. Тут враховуються обставини, репліки, психологічна налаштованість як окремих учасників взаємодії, так і всього колективу, історія розвитку взаємин, вік, рівень індивідуального розвитку та ін.

Після того як картина події відтворена, педагогу варто проаналізувати сформовану колізію, тобто визначити погляди, прагнення й інтереси кожної зі сторін і дати відповідь на питання щодо перспектив розв'язання конфлікту.

Третім етапом є безпосередньо розв'язання конфлікту. Першим кроком у цьому напрямку буде зняття психологічної напруги. Зняття напруги здійснюється різноманітними способами: проханням про прощення, демонстрацією симпатії, жартом, відволіканням, переключенням на інші об'єкти і діяльність, наданням права на незгоду; відповідно змінюються інтонації, обирається оптимальна дистанція спілкування (фізична і соціальна) тощо.

Після зняття психічної напруги з'являються умови для спільного вироблення поліваріантного рішення, що передбачає пошук виходу з конфлікту не одним із суб'єктів, а всіма його учасниками. Після його реалізації протиріччя вичерпується, і останнє, що залишається зробити — інструментувати обопільну задоволеність від розв'язання конфлікту, тобто подякувати усіх за допомогу в рішенні проблеми.

Існує декілька способів розв'язання конфлікту, індивідуальна інтерпретація яких робить їхнє застосування творчим і різноманітним. Найбільш простим способом розв'язання конфлікту є прояв ніжності стосовно партнера. Настільки ж легким способом розв'язання конфлікту, але більш витонченим, а тому потребуючого чуття, майстерності і віртуозності, є використання гумору. Компроміс - одна з найбільш ефективних і найбільш розповсюджених форм розв'язання конфлікту. Під компромісом розуміється взаємна обопільна поступка суб'єктів один одному на основі угоди між ними.

В окремих випадках для розв'язання конфлікту використовується форма третейського суду. Суть його полягає в тім, що конфліктуючі сторони звертаються за порадою до третьої, незалежної особи.

Розв'язання сформованої колізії іноді відбувається шляхом обопільного аналізу. Реалізуючи цю форму, педагог повинний подбати про створення сприятливої, доброзичливої атмосфери.

В особливих випадках, коли конфлікт зайшов занадто далеко, педагог змушений вдаватися до таких способів як ультиматум, тимчасовий розрив стосунків і примушення. При цьому варто мати на увазі, що форма тимчасового розриву стосунків буде ефективною тільки в колективі, а в дифузійній групі вона дискредитує себе і підриває авторитет педагога. Використання ж ультиматуму і примушення виправдане тільки в екстраординарних умовах, коли потрібна різка зміна поведінки, тому що подальший розвиток подій може нанести шкоду психічному здоров'ю.

Володіючи технологією розв'язання конфлікту і використовуючи його позитивну роль у розвитку особистості, педагог одержує великі можливості використання цього феномена у виховному процесі.

Список використаних джерел

1. **Скотт Джини Грехем** Конфликты, пути их преодоления [Текст] / Джини Грехем Скотт – К.: Внешторгиздат, 1991. – 190 с.

2. **Дмитриевский В.А.** Психологическая безопастность в учебных заведениях [Текст] / В.А. Дмитриевский– М.: Педагогическое общество России, 2002. – 202 с.

3. **Зубенко Л.Г.** Культура ділового спілкування [Текст] / Л.Г.Зубенко, В.Д. Нємцов: Навч. пос.– К.: ЕксОб, 2000. – 200 с.

УДК 37.022: 343.3/.7

МЕТОДИКА ПРАВОВОГО АНАЛІЗУ КРИМІНАЛЬНОГО ПРАВОПОРУШЕННЯ. ПОНЯТТЯ, ВИДИ, ПІДСТАВИ ТА ПРИНЦИПИ КРИМІНАЛЬНО ПРАВОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

Бараненко Дмитро Володимирович, кандидат юридичних наук, доцент кафедри теорії та історії держави та права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Для студентів всіх технічний спеціальностей викладається курс «Основи право». Однією з тем цієї дисципліни є «Основи кримінального права». Перед викладачем стоїть надскладне завдання за 2 години лекцій та 2 години практичних занять сформувати у студента уявлення про цю важливу та надзвичайно велику за обсягом галузь права.

Керуючись досвідом викладання кримінального права, спеціалісти дають рекомендації, які можуть сприяти найбільш успішному засвоєнню навчального курсу Особливої частини кримінального права України та оптимізації підготовки студента.

Особлива частина кримінального права – це сукупність розташованих у суворій послідовності виданих Верховною Радою України норм, які визначають види і склади злочинів та покарання, що застосовуються судом до осіб, винних у їх вчиненні.[1, с. 6; 2, с. 6; 3, с.5; 4 с. 276]

Метою цієї роботи є узагальнення визнаних і зрозумілих рекомендацій для успішного засвоєння курсу Особливої частини кримінального права, здобуття навичок правового аналізу кримінальних правопорушень, ознайомлення з науковими основами кваліфікації злочинів.

Питання, які належить з'ясувати при правовому аналізі кримінального правопорушення, ми поділяємо на дві групи.

Першу групу складають питання загальної характеристики окремого виду злочинів, аналіз яких буде доцільним в такому порядку.

По-перше.

В основі кодифікації КК знаходиться родовий об'єкт злочину. Тому, насамперед, необхідно засвоїти родове поняття (визначення) злочинів, передбачених певним Розділом Особливої частини КК, встановити родовий об'єкт посягання та усвідомити їх суспільну небезпечність.

Самі назви окремих Розділів Особливої частини КК вказують на їх родовий об'єкт.

Наприклад, злочинами проти власності (Розділ VII «Злочини проти власності») називаються передбачені КК діяння (ст. 185 – ст. 198), що посягають на економічні відносини власності. Відповідно, в злочинах проти власності родовим об'єктом є економічні відносини власності. Суспільна небезпечність цих злочинів полягає в посяганні на одне з найцінніших соціальних благ – врегульовані правом відносини власності, нормальне функціонування яких забезпечує стабільність всієї економічної системи та підвищення рівня добробуту народу.

Однак, не завжди закріплення окремого виду злочинів в тому чи іншому Розділі дозволяє вичерпним чином встановити їх родове визначення. Деякі розділи КК містять декілька груп кримінально-правових норм, які описують різні за родовим об'єктом групи злочинів.

По-друге.

Якщо в межах Розділу є декілька видів злочинів кожен з них може бути досліджений окремо. Назви таких Розділів можуть відображати особливості родових або безпосередніх об'єктів основних груп злочинів, що ними об'єднані.

Наприклад, в Розділі II КК України «Злочини проти життя та здоров'я особи», відповідно до розділів навчальної дисципліни «Кримінальне право України. Особлива частина», визначають такі види злочинів: «Злочини проти життя» (ст. 115 – ст. 120, ст. 129), «Злочини проти здоров'я» (ст. 121 – 128, ст.ст. 130, 133), «Злочини, що становлять небезпеку для життя і здоров'я людини, які вчинюються у сфері медичного обслуговування» (ст.ст. 131, 132, 138 – 145) , та «Інші злочини, що становлять небезпеку для життя і здоров'я людини» (ст. 134 – 136). [3, с. 38-40; 7, с. 34-77]

Так, злочинами проти здоров'я називаються суспільно небезпечні навмисні чи необережні дії (або бездіяльність), спрямовані на заподіяння шкоди здоров'ю іншої особи. [2, с. 38]. Родовим об'єктом цих злочинів є одне з найважливіших благ – здоров'я людини, а їх суспільна небезпечність визначена посяганням на це благо.

Якщо в Розділі таких видів злочинів декілька, через розуміння суспільної небезпечності кожного з них треба усвідомити чому вони розташовані в Розділі саме у певній послідовності, і чому досліджуваний вид злочинів займає серед них своє місце.

По-третє

Кожен вид злочинів характеризуються узагальнюючими рисами, які на цьому етапі треба встановити і усвідомити.

Так, треба розібратися в характеристиці об'єктивної сторони виду злочинів, що вивчається. Це передбачає визначити: які склади (наприклад, залежно від їх юридичної конструкції: матеріальні, формальні

або усічені) превалюють в цій групі; як характеризується діяння (дія чи бездіяльність); чи є серед злочинів цього виду такі, в яких факультативні ознаки об'єктивної сторони є обов'язковими, і якщо так, то які саме.

З'ясовуючи суб'єктивну сторону необхідно усвідомити: яка форма вини є характерною для даного виду злочинів (умисна, необережна або змішана); чи є мотив і мета їх вчинення обов'язковими ознаками суб'єктивної сторони; чи передбачений диспозицією, як обов'язкова ознака складу злочину, емоційний стан суб'єкта (фізіологічний афект).

Встановлюючи суб'єкт досліджуваного виду злочинів необхідно: встановити вік, переважного з якого за їх вчинення можлива кримінальна відповідальність; визначити наявність його додаткових ознак (спеціального суб'єкта) та питому кількість складів з таким суб'єктом відносно їх загальної кількості в даному виді злочинів. Якщо всі склади злочину досліджуваного виду злочинів передбачають спеціального суб'єкта злочину, треба узагальнити його додаткові ознаки, розкрити їх зв'язок з іншими елементами складу злочину (насамперед, об'єктом).

Якщо відповідний вид злочинів (або їх частина) має тотожні кваліфікуючі ознаки їх необхідно усвідомити і розкрити їх зміст.

Також, необхідно з'ясувати наявність роз'яснювальних норм (приміток до окремих статей КК) в досліджуваній групі.

Друга група питань передбачає вивчення конкретних складів злочину певного виду.

Насамперед, необхідно звернути увагу на очевидні ознаки злочину, які вбачаються з його визначення, яке надане ч.1 ст. 11 КК: Злочином є передбачене КК України суспільно небезпечне винне діяння (дія або бездіяльність), вчинене суб'єктом злочину.

Так, при очевидній невідповідності досліджуваних обставин ознакам злочину (наприклад, відсутні такої ознаки його суб'єкта, як вік, з якого настає кримінальна відповідальність), подальше дослідження інших ознак втрачає сенс. Звичайно, для такого «швидкого» аналізу правопорушень необхідним є певний досвід, який набувається сталим навчанням та (або) практичною діяльністю.

При наявності очевидних ознак злочину, питання, які належить з'ясувати, можливі в такій послідовності.

1. Які характер і ступінь суспільної небезпеки злочинного діяння?
2. Місце розташування складу злочину в Особливій частині КК?
3. Який безпосередній об'єкт злочину? Наявність в складі злочину додаткових обов'язкових або факультативних об'єктів злочину?
4. В чому полягає об'єктивна сторона злочину? Який склад злочину (матеріальний, формальний, усічений) вона утворює? Чи не є злочин триваючим або продовжуваним?
5. Який зміст суб'єктивної сторони злочину? Яка форма вини і чи є обов'язкові додаткові ознаки суб'єктивної сторони (мотив, мета, емоційний стан)?
6. Наявність та зміст додаткових ознак суб'єкта злочину?
7. Які є кваліфікуючі обставини злочину?
8. Яка характеристика санкції норми, видів та розміру покарань?
9. Чи є заохочувальні норми відносно цього складу злочину?
10. Чи є роз'яснювальні норми відносно цього складу злочину?

Такий перелік питань є орієнтовним і відповідно до конкретної навчальної або практичної задачі може змінюватись як за своїм змістом так і послідовністю.

Аналіз кримінально-правових норм є невід'ємною частиною процесу кваліфікації злочинів.

Кваліфікація злочинів – це чи не саме складне питання, як в теорії так і в практиці кримінального права. Не є предметом цієї роботи розкрити проблему кваліфікації повністю. Метою роботи є докладне і стисле викладення основних, визнаних спеціалістами та вивернених практикою тезисів кваліфікації та її принципів в доступній і зрозумілій формі, в межах часу, що відведений навчальною програмою на вивчення цього питання.

Так, кваліфікація злочинів – це встановлення та юридичне закріплення точної відповідності між ознаками скоєного та ознаками складу злочину, передбаченого кримінально-правовою нормою. [7, с. 15]

В ході кваліфікації оцінці підлягає суспільно небезпечна поведінка особи, якою заподіяна шкода або створена загроза її заподіяння істотної шкоди і яка є кримінально протиправною.

Визначають офіційну, або легальну, кваліфікацію, і доктринальну, або неофіційну, кваліфікацію.

Легальна кваліфікація – це частина процесу застосування закону про кримінальну відповідальність у формі офіційної діяльності, яка здійснюється уповноваженою на те стороною кримінального провадження з боку обвинувачення (слідчим, прокурором) та судом. Така офіційна діяльність проводиться у визначеній законом процесуальній формі, результати її закріплюються у відповідних процесуальних актах (постановах, ухвалах, вироку тощо), та тягнуть за собою правові наслідки, як для осіб, дії яких кваліфікуються, так і для відповідних державних органів (наприклад, для інспекції з виконання покарань, яка зобов'язана виконувати вирок суду).

Сторона кримінального провадження з боку захисту (насамперед – захисник) через реалізацію своїх передбачених законом прав та дотримання обов'язків, покликана сприяти правильній кваліфікації злочину судом, і як наслідок, правосуддю в цілому.

Доктринальна, або неофіційна, кваліфікація це правова оцінка відповідного кримінального правопорушення, яка здійснюється неофіційними особами у висновках наукових працівників, доповідях та публікаціях.

Література:

1. Кримінальне право. Особлива частина. Підручник. (Александров Ю.В., Антипов В.І., Володько М.В. та інші). – К.: НАВСУ – «Правові джерела» - 1998. – С. 896
2. Кримінальне право України. Особлива частина. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с.
3. Кримінальне право України. Особлива частина: Підручник / Ю.В. Александров, О.О. Дудоров, В.А. Клименко, М.І. Мельник та ін. – К.: Атіка, 2009. – 744 с.
4. Уголовное право Украины. Общая и особенная части: Учебник. – Х.: ООО «Одиссей», 2002. – 672 с.
5. Кримінальне право України: Посібник для підготовки до іспитів / В.В. Кузнецов, А.В. Савченко – К.: Вид. Паливода А.В., 2006. – 300 с.
6. Кримінальне право України (Особлива частина). Навчальний посібник. / Хохлова І.В., Шем'яков О.П. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 688 с.
7. Кримінальне право України: Особлива частина: підручник / Ю.В. Баулін, В.І. Борисов, В.І. Тютюгін та ін..; за ред.. В.В. Сташиса, В.Я. Тація. – 4-те вид., переробл. І допов. – Х.: Право, 2010. – 608 с.

УДК 811.111:378.147

ШЛЯХИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

Бєлоусова С.М.
Шевченко Д.О.
Давиденко О.Б.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Ключові слова: пізнавальна активність, навчальна діяльність, активізація, самостійна робота, спільна діяльність, метод проектів.

Сучасний етап розвитку світової цивілізації характеризується підвищеною увагою педагогів до самостійної роботи студентів. Все більше зростає попит на дипломованих фахівців в різних галузях, здатних самостійно, без допомоги перекладача, швидко вирішувати професійні проблеми. Тому необхідно розробляти і впроваджувати у педагогічну практику такі методики навчання, що забезпечують підвищення якості навчального процесу, сприяють активізації пізнавальної діяльності студентів, розвитку вмінь і навичок самостійного мислення і практичного застосування знань.

Самостійна робота та формування навичок самостійної розумової праці є важливими факторами активізації навчальної діяльності студентів. Самостійна робота є одним з найважливіших компонентів навчального процесу, що передбачає інтеграцію різних видів індивідуальної та колективної діяльності, яка здійснюється як під керівництвом викладача,так і без його участі.

В самостійних діях проявляються елементи активності студента і, навпаки, прояв активності направляє особу до самостійності.

Розгляд самостійної роботи як спільної діяльності викладачів і студентів, дає можливість уявити самостійну роботу як цілісну педагогічну систему. Самостійна робота **–** це діяльність студента, яку викладач планує разом зі студентом, але виконує її студент за завданнями та під методичним керівництвом викладача без його безпосередньої участі. Результати виконання самостійної роботи контролюються викладачем, а тому її виконання є обов'язковим для кожного студента.

Можливість планувати власну діяльність, знаходити помилки, вносити необхідну корекцію в процес здійснення своєї діяльності надає студентам самостійна робота, яка є засобом організації пізнавальної діяльності студентів. Організація самостійної роботи студентів вимагає від викладача визначення мети самостійної роботи, надання можливих варіантів проблем, які важливо дослідити в рамках обраної теми,

обговорення можливих методів дослідження та обговорення отриманих даних у групах (захист проектів, колективне обговорення, висновки). Завдання викладача полягає в тому, щоб організувати навчальний процес і самостійну роботу студентів таким чином, щоб студент не залишився байдужим до результатів своєї роботи. Головним завданням викладача при організації самостійної роботи студентів є визначення видів, форм і методів роботи в залежності від рівня складності навчальної інформації , тобто організація пізнавальної діяльності студентів на основі взаємоповаги і співпраці. Під час самостійної роботи студенти визначають технологію виконання конкретного завдання. Навчальна автономія передбачає не тільки вибір того, як слід вчитися, але і того, що треба вчити для досягнення поставленої мети. Досягти справжньої автономії можна тільки у разі наявності відповідного навчально-методичного курсу та навчального процесу в цілому.

Поряд з професійними знаннями і вміннями самостійна робота розвиває такі властивості, як незалежність, впевненість в собі, відповідальність і почуття обов'язку. Становлення студента як майбутнього висококваліфікованого фахівця, здатного до самовдосконалення, залежить від його активності. Самостійна робота є важливим фактором підвищення пізнавальної активності студентів. В свою чергу активність є головною умовою для отримання міцних і повноцінних знань.

Список використаних джерел

1. **Драч І.І.** Самостійна робота студентів вищих навчальних закладів як важливий елемент сучасної підготовки фахівців / І.І. Драч // Нові технології навчання: наук.-метод. зб. – К. : Наук.-метод. центр вищої освіти, 2004. – Вип. 37. – С. 86 – 90.

Drach I.I. Samostijna robota studentiv vyshhykh navchaljnykh zakladiv jak vazhlyvyj element suchasnoji pidghotovky fakhivciv [Students self-study at institutions as the important element of modern]. Novi tekhnologhiji navchannja: nauk.-metod. zb. – Kyiv, Nauk.-metod. centr vyshhoji osvity, 2004, ussue 37, p.p. 86 – 90.

2. **Пидкасистый П.И.** Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении / П.И. Пидкасистый. – М.: Просвещение, 2002. – 240 с.

Pidkasistyy P.I. Samostoyatelnaya poznavatelnaya deyatelnost shkolnikov v obuchenii [Self-study cognitive activity of pupils during training]. Moskva, Prosveshchenie, 2002. 240 p.

3. **Козаков В.А. та ін.** Психологія діяльності та навчальний менеджмент Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисципліни / В. А. Козаков, М. В. Артюшина, О. М. Котикова та ін.; За заг. ред. В. А. Козакова. — К.: КНЕУ, 2003. — 829 с.

4. **Kozakov V.A. ta in.** Psykhologhija dijaljnosti ta navchaljnyj menedzhment Navch.-metod. posib. dlja samost. vyvch. dyscypliny [The psychology of activity and basic management]. Kyiv, KNEU, 2003. 829 p.

УДК 81.432.1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНШОМОВНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

Бойко Любов Михайлівна
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова

Останнім часом студенти почали ставитися до іноземної мови як до засобу спілкування та функціонування у професійній сфері, а не лише як до навчального предмету або уміння, необхідного у закордонних подорожах. Саме тому іноземній мові та питанням методики її викладання приділяється все більше уваги у сфері вищої освіти.

Введення єдиного вступного іспиту з іноземної мови із використанням організаційно-технологічних процесів здійснення зовнішнього незалежного оцінювання для вступу на другий (магістерський) рівень вищої освіти також поставило перед викладачами іноземних мов низку завдань, які мають бути вирішені під час підготовки бакалаврів (першого рівня вищої освіти).

Однією з проблем, що постають перед викладачем іноземної мови, є врахування рівня мовної підготовки усіх студентів групи. Не є таємницею, що в одну групу можуть потрапити студенти з високим, середнім і низьким рівнем володіння іноземною мовою. Щоб удосконалити процес навчання у таких групах, використовується диференційоване навчання.

З метою реалізації диференційованого підходу на заняттях з іноземної мови використовується технологія різнорівневого навчання і прийом навчально-мовленнєвих ситуацій. Диференційоване навчання обумовлює такі організаційні форми, коли кожен студент працює на рівні своїх можливостей. Такий підхід вимагає кропіткої роботи викладача. Диференціація це не дроблення обсягу матеріалу на меншу і більшу

частини (коли слабким студентам дають менші завдання за обсягом і трудністю), а пропозиція однакового обсягу матеріалу з різними рівнями вимог до його засвоєння.

Студентську групу поділяємо на дві або три підгрупи. Критеріями відбору студентів можуть слугувати результати тестування на матеріалі, завданнях і вимогах базового рівня володіння дисципліною, а також бажання самих студентів.

Надання можливості студентам узяти на себе відповідальність за самостійний вибір рівня засвоєння і складності навчального матеріалу залежно від індивідуальних потреб позитивно впливає на мотивацію до вивчення іноземної мови.

На сучасному етапі розвитку методичної науки актуальними є комунікативний характер навчання іноземної мови та використання навчально-мовленнєвих ситуацій, що є сукупністю мовленнєвих і немовленнєвих умов, необхідних і достатніх для того, щоб здійснювати мовленнєву дію згідно з попереднім планом [1, с.28].

Мовленнєва ситуація стає дієвим стимулом до спілкування іноземною мовою тоді, коли вона близька студентові за діяльністю, способом формування, характером комунікативного завдання. При визначенні ролей навчально-мовленнєвої ситуації викладач повинен брати до уваги індивідуальні особливості студентів, а саме: їх комунікативні, соціально-культурні особливості, емоційність, самооцінку. Також мають бути враховані інтереси та схильності студентів до певного виду діяльності, оскільки це дозволяє забезпечити високий рівень навчальної і комунікативної мотивації.

Так, для студентів спеціальності «Програмна інженерія» підгрупи з більш високим рівнем підготовки використовуються завдання творчого характеру, прийоми та технології, які потребують певної самостійності (презентація граматичного явища англійською мовою, заняття-конференція, де студенти виступають з доповідями, а інші ставлять питання промовцям як на справжній конференції).

Також у цій підгрупі використовуються автентичні тексти з книг, журналів, сайтів за програмною тематикою, тоді як у підгрупі з базовим рівнем володіння мовою використовуємо лише підручники та адаптовані тексти.

Ще однією проблемою викладання іноземної мови інженерно-технологічним фахівцям є її професійна спрямованість. Сутність професійно-орієнтованого навчання іноземній мові полягає у його інтеграції зі спеціальними дисциплінами з метою отримання додаткових професійних знань і формування професійно значущих якостей особистості майбутнього фахівця [2].

Метою викладання іноземної мови студентам технічних спеціальностей є досягнення рівня, достатнього для практичного використання іноземної мови у майбутній професійній діяльності [3].

Підготовка фахівців у технічних ВНЗ полягає у формуванні у них комунікативних умінь, які б дозволили здійснювати професійні контакти іноземною мовою у різних сферах та ситуаціях. Сформувати здатність майбутнього фахівця функціонувати в якості особистості, яка володіє високою лінгвістичною компетенцією у рідній та іноземній мовах, у професійно значущих мовленнєвих подіях різних типів, а також у різних формах, стилях і жанрах професійно-орієнтованої мовленнєвої діяльності – завдання сучасного викладача іноземної мови.

Література

1. **Леонтьев А. А.** Психолингвистические единицы и порождение речевого высказывания /А. А. Леонтьев. – М., 1969. – 307с.

2. **Образцов П. И.** Проектирование и конструирование профессионально-ориентированной технологии обучения / П. И. Образцов, А. И. Ахулкова, О. Ф. Черниченко. – Орел, 2005. – 61с.

3. **Покушалова Л. В., Серебрякова Л. Т.** Обучение профессионально- ориентированному языку в техническом вузе / Л. В. Покушалова, Л. Т. Серебрякова // Молодой ученый. – 2012. - №5. – С. 305-307.

УДК 378.147:811.111

РОЛЬ ІНОЗЕМНИХ МОВ У ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ЗВО

Кириченко Світлана Володимирівна
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри сучасних мов,
Навчально-науковий гуманітарний інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Всі сфери соціального життя людини, зокрема освіта, тісно пов’язані з економічним станом суспільства та політичними і культурними подіями у світі. Сучасна глобалізація і європейська інтеграція вимагає адаптованого до сучасних реалій фахівця, який вільно володіє хоча б однією іноземною мовою.

Англійська мова вважається мовою міжнародного спілкування, тому студенти, які оволоділи нею, мають змогу знайомитись з науковими досягненнями інших країн, ділитися своїми особистими дослідженнями та стати конкурентоспроможними кваліфікованими фахівцями. Нарівні з профілюючими кафедрами, що формують професійну компетентність на базі низки фахових предметів, кафедра іноземних мов вносить свій вагомий внесок у вихованні кваліфікованого працівника, який не тільки вільно володіє своєю спеціальністю, але й спроможний до ефективної співпраці на міжнародному рівні. Інтеграційні тенденції у світовій системі освіти створили сприятливі умови для вивчення мов міжнародного спілкування, підвищення ефективності та поширення практики вивчення іноземних мов протягом усього життя.

На сьогодні викладання іноземних мов не можна уявити без використання новітніх інформаційних технологій. Особливу зацікавленість викликають навчальні комп'ютерні програми, інтерактивні електронні підручники та онлайн тести. Такі невід'ємні інструменти інноваційного підходу до вивчення іноземних мов підвищують мотивацію студентів та надають можливість безперервного підвищення рівня знань.

Вагомою складовою у формуванні професійної культури студентів технічних університетів є вивчення ділової іноземної мови. На заняттях студенти отримують знання про культуру і етикет ділового письма, знайомляться зі світовими стандартами ведення документації, збагачують свій словниковий запас в умовах усного і діалогічного мовлення у діловій сфері, покращують навички ознайомлювального читання різних видів документів іноземною мовою, виступають на конференціях, обговорюють проекти, договори та угоди, а також систематизують знання, що були отримані в попередні роки [1,29].

В сучасних умовах гуманізованого навчального процесу змінилася і роль викладача, основними завданнями якого є: організовувати та коригувати пізнавальну діяльність, створювати умови для позитивного настрою на заняттях та залучати студентів до творчості та висловлювання своєї власної думки. Викладачі іноземних мов мають постійно удосконалювати свою професійність, кваліфікацію та реалізовувати освітні та виховні завдання згідно положень Європейської системи освіти. Реформування іншомовної освіти в Україні відбувається на основі останніх досягнень європейських країн у педагогічній галузі та відповідає таким документам Ради Європи як «Загальноєвропейські рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання», «Європейський мовний портфель», «Приведення екзаменів з мови у відповідність до загальноєвропейських рекомендацій з мовної освіти та вимог до іспитів».

Важливим аспектом курсу іноземної мови є складання кваліфікаційного іспиту, захист дипломного дослідження іноземною мовою, або, навіть, отримання сертифікату міжнародного зразка. Це виводить майбутнього фахівця на більш високий щабель в професійній сфері сучасного суспільства [2 1041].

Отже, у процесі формування професійної культури студентів технічних закладів вищої освіти вагоме місце посідає оволодіння іноземною мовою як засобом комунікації міжнародного спілкування. Вивченню іноземної мови за професійним спрямуванням доцільно приділяти увагу так само, як і фаховим предметам, адже рівень володіння іноземною мовою включений в освітньо-кваліфікаційну характеристику випускників університетів, а випускники з високим рівнем володіння мовою високо цінуються в усіх країнах світу.

Література

1. **Власюк О.** Структура професійної культури сучасного фахівця / О. Власюк // Наукові записки [Національного університету «Острозька академія»]. Сер. : Психологія і педагогіка. – 2008. – Вип. 11. – С. 29-34.

2. **Музалев. А. А.** Профессиональная культура и ее роль в формировании профессиональных качеств специалистов в условиях профессионально-технической школы / А. А. Музалев // Молодой ученый. – 2014. – № 4.– С. 1040–1045.

УДК 378.147 : 811.111

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ЦІЛЕЙ: ПРЕЗЕНТАЦІЯ ГРАФІКІВ, ДІАГРАМ, ТАБЛИЦЬ

Міняйлова Алевтина Володимирівна
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий гуманітарний інститут
Кафедра сучасних мов

Кваліфікація інженера передбачає сьогодні володіння іноземною мовою на рівні В2, що зумовлено глобалізацією суспільства й спростуванням границь у науковому світі. Сьогоднішні студенти – майбутні інженери, науковці – повинні вміти презентувати англійською мовою результати своїх досліджень. Невід'ємною складовою підготовки науково-технічних презентацій англійською мовою є робота з графіками, діаграмами і таблицями. Проте, саме ця частина викликає багато труднощів під час доповіді, оскільки не

містить зв'язного тексту, а лише назви показників і цифри. Завдання викладача англійської мови у технічному закладі вищої освіти у цьому контексті – сформувати у студентів вміння й навички презентувати числові дані, зв'язувати їх в єдиний текст, узагальнювати, систематизувати і робити висновки.

Розпочати презентацію графічних або табличних даних доцільно з її назви, вживаючи фрази: *The graph/chart/table shows/describes …, The pie chart is about ..., The bar chart deals with ..., The line graph (clearly) shows ..., The slices of the pie chart compare the ... .*

Описуючи графіки, діаграми і таблиці, необхідно уникати повторень, вживаючи синоніми. Так, альтернативами дієслову *show* є *display, demonstrate, illustrate, depict* (для рисунків) і *list* (для таблиць).

Щоб провести порівняння даних або підкреслити контраст між ними, доцільним є використання сполучників: *as ..... as, not as ..... as, not so ..... as, whereas, but, while, although.* Щоб провести порівняння або підкреслити контраст між реченнями, необхідно вживати фрази: *However, By contrast, On the other hand, In comparison.*

Важливою складовою підготовки наукової доповіді англійською мовою є грамотне застосування часів дієслова. Так, якщо графік, діаграма або таблиця відображає факти у теперішньому часі, то необхідно вживати Present Simple; якщо у минулому із зазначенням, коли саме ці факти відбулися – Past Simple; якщо йдеться про результат змін і зв'язок з теперішнім моментом – Present Perfect.

Таблиці (*Table*) – це спосіб систематизувати дані у стовпці і рядки за певною ознакою. Кожен стовпчик (*column*) і рядок (*line*) мають назву (*label* або *title*). Таблиці використовуються для демонстрації систематизованих даних. У презентації кожна таблиця, графік, діаграма, схема повинна мати назву, перед якою обов'язково ставиться слово *Table*, якщо це таблиця, і *Fig.* (скорочена форма від *Figure*), якщо це графік, діаграма, схема, тощо.

При описанні лінійних графіків (*Line graph*) необхідно звернути увагу слухачів на вісі X (*axe X*) та Y (*axe Y*) і пояснити, що вони показують, а також розкрити значення одиничного відрізку (*unit*). Лінійні графіки описують зміни, тому під час доповіді важливо відповісти на запитання – що змінилося й на скільки? Якщо графік відображає збільшення показників, то доцільним є вживання таких лексичних одиниць: *increase, grow, rise, go up*; при зменшенні показників вживаються: *fall, decrease, decline, drop, go down.* Щоб підкреслити характер змін і додати доповіді емоційного фону, доцільно вживання таких прислівників: *dramatically, significantly, considerably, rapidly, substantially, steadily, sharply, markedly, greatly, slightly, proportionally, strongly, slowly, gradually, enormously, quickly, considerably.* Щоб показати, на скільки змінилися показники в одиницях вимірювання, вживаються фрази: *by X units, from X to Y*, у відсотках – *by X per cent*, у *X* разів – *X times, Xfold*, де *X, Y* – числові значення. Наприклад, *The number ... increases/goes up/grows by ..., The number ... decreases/goes down/drops by ..., The number ... does not change/remains stable*.

Стовпчаста діаграма/гістограма (*Bar chart*) використовується для порівняння даних. При її описанні необхідно відповісти на запитання – які подібності і розбіжності існують між показниками, на скільки вони відрізняються і чи можливо деякі з них об'єднати в одну або більше груп.

Для порівняння даних, очевидно, вживаються ступені порівняння прикметників. У контексті використання англійської мови для науково-технічних цілей деякі прикметники набувають особливо значення: *big – bigger – the biggest, small – smaller – the smallest, little – less – the least, much/many – more – the most, high – higher – the highest, large – large – the largest, short – shorter – the shortest, long – longer – the longest, strong – stronger – the strongest, weak – weaker – the weakest, good – better – the best, bad – worse – the worst* та ін. Також корисними фразами при описанні стовпчастої діаграми є: *... has the largest (number of) ..., ... has the second largest (number of) ..., ... is twice as big as ..., ... is bigger than ..., more than ..., only one third ..., less than half ...* та ін.

Кругові діаграми (*Pie chart*) показують співвідношення, які можуть бути виражені у відсотках або дробах. Для цього вживаються іменники: *percentage, fraction, proportion, amount, number, majority, minority*. *Percentage* зазвичай вживається з цілими числовими показниками. Щоб виразити дробове співвідношення, доцільно вживати такі вирази, як, наприклад: *a small fraction, almost a half, just over a third, exactly a quarter, approximately three quarters* та ін. Прикладами англійських фраз, що підкреслюють перевагу одних показників над іншими, є: *a large proportion, a significant majority, a small number* (зі злічуваними іменниками), *an insignificant amount* (з незлічуваними іменниками), *a good proportion, a small minority*.

Завершуючи описання графіка, таблиці або діаграми, необхідно зробити висновок: *So, we can say …, To sum up, the main trend of the graph (diagram) is to show …, So, as we can see … So, to summarise the main points… .*

Таким чином, дотримання означених правил презентування графіків, таблиць і діаграм, лексична обробка числових даних, зв'язування їх в єдиний текст, узагальнення і систематизація, а також вживання запропонованих лексичних одиниць і фраз допоможе студентам вищих технічних закладів освіти сформувати навички успішного презентування результатів своєї науково-дослідної роботи англійською мовою, що зробить їх наукові доповіді більш цікавими, змістовними, чіткими і грамотними.

УДК 378.147 : 811.111

BENEFITS OF PROJECT WORK IN TEACHING ENGLISH TO MARINE ENGINEERING STUDENTS

Shlyakhtina O. S., Senior Instructor of the Department of Modern Languages,
Education and Research Institute of Humanities of Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine, Mykolaiv

The problem of using project work in teaching English to marine engineering students is of great importance. In the context of engineering education project work is characterized as one of the most effective methods of teaching and learning a foreign language through research and communication, different types of this method allow us to use it in all the spheres of the educational process. It involves multi-skill activities which focus on a theme of interest rather than of specific language tasks and helps the students to develop their imagination and creativity.

From a content perspective, “design projects offer opportunities to approximate professional practice, with its concerns for social implications; integrate and synthesize knowledge; and develop skills of persistence, creativity, and teamwork” [5; 58]. Design projects, thus, cover training in the skills areas that engineers need to possess: collaboration, communication and continuous learning. From a linguistic perspective, projects represent an authentic scenario where students need to communicate on planning, organization, methods, problem solving, and content, progress monitoring and reporting. These and many other communicative events and situations offer learners a field for experimentation with different language forms and functions so that language becomes an integrated and essential factor for completing a concrete task. Furthermore, Wong and Nunan [6;155] have noted that effective learners endorse an instrumental view of “language as a tool for communicating”, which they find epitomized in project-based learning. Besides communication skills, Musa, Mufti, Latiff, and Amin [4;194] have mentioned students’ exposure to team work, conflict management and decision making in project-based learning.

The project’s global goals for language learning are the improvement of technical communication skills, writing skills and research strategies. Its language learning objectives are searching for and working with literature on a scientific topic; recognizing and implementing features and conventions of technical-scientific writing; adopting appropriate language, register, and style for technical-scientific writing; expanding subject-specific vocabulary in context; following a given template for writing technical-scientific texts; reporting results according to a given structure; and peer-reviewing and editing technical texts.

The fundamental researches in the given field were carried out by such prominent scientists and methodologists as Legutke M., Thomas H., Heines S., Brumfit C., Hutchinson T., Fried-Booth D. and others.

Legutke and Thomas in their book “Process and Experience in the Language Classroom” suggest and analyse three types of projects: encounter projects, which enable students to make contact with native speakers; text projects which encourage students to use English language texts, either a range of them to research a topic or one text more intensively, for example, a play to read, discuss, dramatize, and rehearse [3;47].

Haines in “Projects for the EFL Classroom” identifies four types of projects: informational and research projects, survey projects, production projects, and performance and organizational projects. [1,65]

What these different types of projects have in common is their emphasis on student involvement, collaboration, and responsibility. In this respect, project work is similar to the cooperative learning and task-oriented activities that are widely endorsed by educators interested in building communicative competence and purposeful language learning. However, it differs from such approaches, it typically requires students to work together over several days or weeks, both inside and outside the classroom.

Although recommendations as to the best way to develop projects in the classroom vary, most are consistent with the eight fundamental steps.

Step 1: The students and the teacher agree on a theme for the project

This stage includes choosing the project topic, generating interest and helping students develop a sense of commitment, responsibility and ownership towards the project. Topic is chosen after a conversation and negotiation between the teacher and the students.

Step 2: The students and the teacher determine the final outcome of the project

The students and the teacher determine a) the final outcome of the project and b) the audience for the project.

Step 3: The students and the teacher structure the project

The students and the teacher agree on information that needs to be gathered, student roles, and timing for the project.

Step 4: The teacher identifies language skills and strategies

Step 5: The students gather information

Step 6: The students compile and analyse the information

The students work in groups and compile information they have gathered, compare their findings, and decide how to organize them for efficient presentation. During this step, students may read each other’s work and negotiate with each other for meaning.

Step 7: The students present the final outcome

The students present the final project outcome, on the basis of what has been decided in step 2. The manner of presentation will largely depend on the final form of the product. It may involve the screening of a video; the staging of a debate; a written report; or the presentation of a brochure.

Step 8: The students evaluate the project

In this final phase of project work, students and the teacher reflect on the steps taken to accomplish their objectives and the language, communicative skills, and information they have acquired in the process. They can discuss the value of their experience and its relationship to future vocational needs. They can also identify aspects of the project which could be improved and/or enhanced in future attempts at project work. [2,105]

Project work can only be effective when teachers relax control of their students temporarily and assume the role of guide or facilitator. The teacher can play an important role by diligently overseeing the multiple steps of project work, establishing guidelines, helping students make decisions, and providing instruction in the language when it is needed.

There are also drawbacks of educational projects, though. Larson, Birge and Huang [2;174], for instance, observed tensions for educators. Another limitation of educational projects is that they remain educational and merely simulate the solution of an engineering task. As Sheppard, Macatangay, Colby, and Sullivan [5;17] have argued: “In experiencing a simplified approximation to engineering practice, the novice nonetheless gets a sense of the breadth of engineering’s dimensions”. In linguistic terms, this limitation is almost negligible because the language needed for talking about and describing the project will be very close to expressions and terminology found in the actual content area. Projects are also time-consuming and the students use their mother tongue too much, the weaker students are lost and not able to cope with the task and the assessment of projects is very difficult. However, every type of project can be held without any difficulties and so with every advantage possible.

As it can be seen from above project work is a very good choice among the activities that proved to be effective and can be included into the development of English course for marine engineering students.

In conclusion, it needs to be pointed out that the collaborative production of knowledge through project work under conditions of controlled choice is thematically adaptable to any context, which turns it into a flexible and versatile educational concept. This is particularly important for teaching because learners and groups require individual and tailored approaches to best cater for their educational needs. On the basis of the literary sources studied it should be noted that project work has advantages like the increased motivation when learners become personally involved in the project; all four skills, reading, writing, listening and speaking, are integrated; autonomous learning is promoted as learners become more responsible for their own learning; there are learning outcomes - learners have an end product; interpersonal relations are developed through working as a group. So it is obvious that project work has more positive sides than negative and is effective during the educational process.

REFERENCES

1. **Haines S.** Projects for the EFL Classroom: Resource materials for teachers / S. Haines. – Walton-on-Thames: Nelson, 1991. – 108p.

2. **Larson J.** Directed research groups as a means of training students to become technical communication researchers / J. Larson, C. Berge, Y. Huang // Technical Communication. –2009. –N 8.–P. 172–177.

3. **Legutke M**. Process and Experience in the Language Classroom / M. Legutke, H. Thomas. – Harlow: Longman, 1991. – 200p.

4. Project-based learning: Promoting meaningful language learning for workplace skills / F. Musa, N. Mufti, R. Latiff, M Amin. –Procedia: Social and Behavioral Sciences.–2012.–V.47.–P.187–195.

5. Educating engineers: Designing for the future of the field / S. Sheppard, K. Macatangay, A. Colby, W Sullivan.– San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2009. – 474 p.

6. **Wong L.** The learning styles and strategies of effective language learners / L. Wong, D. Nunan.– System.–2011. –Issue 2 – V.39, 144–163.

УДК 372.881.111.1

ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ-ЕКОНОМІСТІВ ДО ЗНО З ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ДЛЯ ВСТУПУ НА ДРУГИЙ (МАГІСТЕРСЬКИЙ) РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Смоліченко Яніна Броніславівна,
Черткова Наталя Юріївна,
Національний університет кораблебудування Ім. адм Макарова, Херсонська філія

Перехід до нових європейських відносин, економічні умови розвитку держави, її входження до світових співтовариств створюють умови для зміни усталеного способу життя.

Таким чином перед вищими навчальними закладами постає відповідальне завдання – забезпечити високопрофесійну підготовку студентів з іноземної мови. За останні роки в Україні значно зросла кількість студентів і працівників освіти, які беруть участь у міжнародних конференціях, проектах, програмах подвійних дипломів, грантах, стажуванні тощо. Це зумовлено тим, що одним із пріоритетних напрямів розвитку освіти є міжнародне співробітництво й інтеграція в галузі освіти, вихід національної освіти на ринок світових освітніх послуг, поглиблення міжнародного співробітництва, розширення участі навчальних закладів, учених, педагогів, студентів у проектах міжнародних організацій і співтовариств.

Майбутнім економістам потрібна не тільки солідна професійна база знань, набутих у вищому навчальному закладі, але й обов'язково володіти іноземними мовами – щонайбільше в професійному аспекті. Володіння іноземною мовою майбутніми фахівцями розглядається нині як атрибут інтелектуального розвитку людини з вищою освітою, і умова успішної діяльності у сфері виробництва й економіці. Адже економіст повинен не тільки досконало володіти знаннями професійного напрямку, але також і вільно спілкуватися з представниками інших держав у різних галузях їхньої майбутньої діяльності.

Згідно з наказом МОН № 270 від 22.03.2018 року [1] та Порядком організації та проведення вступних випробувань, що проводяться з використанням організаційно-технологічних процесів здійснення зовнішнього незалежного оцінювання для вступу на другий (магістерський) рівень вищої освіти в 2018 році [2] студенти, які закінчують перший (бакалаврський) рівень і мають бажання вступити на другий (магістерський) рівень вищої освіти за спеціальностями галузей знань 03 «Гуманітарні науки» (крім спеціальності 035 «Філологія»), 05 «Соціальні та поведінкові науки», 06 «Журналістика», 08 «Право», 24 «Сфера обслуговування» та 29 «Міжнародні відносини», повинні скласти ЗНО з іноземної мови цього (2018) року. Попередні два роки ЗНО з іноземної мови складали студенти, які бажали отримати ступінь магістра зі спеціальності 081 «Право».

Загальна кількість учасників, які подолали поріг «склав/не склав» блоку тестових завдань «Англійська мова» та отримали рейтингову оцінку за шкалою 100-200 балів за статистичними даними за 3 роки збільшилась (Рис. 1-3). Отже, на вимогу МОН України зі збільшенням кількості галузей знань для складання ЄВІ з іноземної мови, відповідно підвищуються вимоги до рівня знань з іноземної мови вступників на отримання другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Загальна кількість учасників, які подолали поріг «склав/не склав» блоку тестових завдань «Англійська мова» та отримали рейтингову оцінку за шкалою 100 – 200 балів, становить 1550.

Рейтингова оцінка за шкалою 100 – 200 балів	Відсоток учасників, які отримали вказану оцінку	Відсоток учасників, які отримали вказану та вищу оцінки	Рейтингова оцінка за шкалою 100 – 200 балів	Відсоток учасників, які отримали вказану оцінку	Відсоток учасників, які отримали вказану та вищу оцінки	Рейтингова оцінка за шкалою 100 – 200 балів	Відсоток учасників, які отримали вказану оцінку	Відсоток учасників, які отримали вказану та вищу оцінки	Рейтингова оцінка за шкалою 100 – 200 балів	Відсоток учасників, які отримали вказану оцінку	Відсоток учасників, які отримали вказану та вищу оцінки
100	1,68	100,00	129	3,23	73,35	155	3,29	48,52	185	4,45	16,71
104	2,84	98,32	131	1,68	70,13	158	3,10	45,23	188	3,55	12,26
107	3,61	95,48	134	3,03	68,45	161	3,61	42,13	192	4,00	8,71
110	2,77	91,87	137	2,65	65,42	164	2,97	38,52	194	2,58	4,71
113	2,97	89,10	140	2,77	62,77	167	2,65	35,55	197	1,23	2,13
116	3,55	86,13	143	3,23	60,00	171	4,52	32,90	198	0,65	0,90
119	3,16	82,58	146	2,39	56,77	174	4,06	28,39	200	0,26	0,26
122	2,84	79,42	149	2,97	54,39	178	3,81	24,32	200	0,00	0,00
125	3,23	76,58	151	2,90	51,42	181	3,81	20,52			

* За підсумками вступних випробувань проведених 23 липня 2016 року.

Рис. 1. Розподіл учасників вступних випробувань під час вступу на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра за спеціальністю 081 «Право» [3]

Загальна кількість учасників, які подолали поріг «склав/не склав» блоку тестових завдань «Англійська мова» та отримали рейтингову оцінку за шкалою 100 – 200 балів, становить 14 134.

Рейтингова оцінка за шкалою 100 – 200 балів	Відсоток учасників, які отримали вказану оцінку	Відсоток учасників, які отримали вказану та вищу оцінки
100	6,34	100,00
105	8,81	93,66
111	11,62	84,85
118	12,23	73,23
125	11,99	60,99
133	10,50	49,00
140	8,31	38,50
145	6,25	30,19
150	5,01	23,94
154	3,50	18,93
157	2,65	15,44
160	2,08	12,78
162	1,82	10,70
165	1,54	8,89
167	1,32	7,34
169	1,16	6,03
171	0,88	4,87
173	0,74	3,99
175	0,65	3,25
177	0,48	2,60
178	0,41	2,12
180	0,39	1,71
182	0,37	1,32
183	0,20	0,95
185	0,24	0,75
187	0,16	0,51
188	0,14	0,35
190	0,06	0,21
191	0,04	0,14
193	0,06	0,11
194	0,03	0,05
196	0,01	0,02
197	0,00	0,01
199	0,00	0,01
200	0,01	0,01
200	0,00	0,00
200	0,00	0,00

* За підсумками вступних випробувань проведених 3 серпня 2017 року.

Рис 2. Розподіл учасників вступних випробувань під час вступу на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра за спеціальністю 081 «Право» [4]

Загальна кількість учасників, які подолали поріг «склав/не склав» блоку тестових завдань «Англійська мова» та отримали рейтингову оцінку за шкалою 100 – 200 балів, становить 25 579.

Рейтингова оцінка за шкалою 100 – 200 балів	Відсоток учасників, які отримали вказану оцінку	Відсоток учасників, які отримали вказану та вищу оцінки
100	6,60	100,00
105	7,36	93,40
110	7,55	86,04
115	7,47	78,49
121	6,87	71,02
126	6,36	64,15
130	5,47	57,79
134	4,35	52,31
138	3,98	47,96
142	3,30	43,98
145	3,12	40,68
148	2,71	37,55
151	2,62	34,85
154	2,48	32,23
156	2,20	29,75
159	1,92	27,55
161	2,00	25,63
164	2,13	23,62
167	1,81	21,49
169	1,77	19,68
171	1,87	17,91
174	1,77	16,04
176	1,69	14,27
179	1,64	12,58
181	1,37	10,94
183	1,45	9,57
185	1,48	8,12
188	1,32	6,64
190	1,33	5,32
192	1,27	3,99
194	0,99	2,72
196	0,84	1,73
198	0,62	0,89
200	0,27	0,27

* За підсумками вступних випробувань проведених 11 липня 2018 року.

Рис 3. Розподіл учасників вступних випробувань щодо вступу на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра за спеціальностями галузей знань 03 «Гуманітарні науки» (крім спеціальності 035 «Філологія»), 05 «Соціальні та поведінкові науки», 06 «Журналістика», 08 «Право», 24 «Сфера обслуговування» та 29 «Міжнародні відносини» [5]

Завдання ЗВІ з іноземної мови містять весь багаж знань вузівської програми. При підготовці до тесту можна порекомендувати довідковий матеріал з граматики, видання які містять необхідний мовний матеріал і тести ЗНО минулих років. Тести ЗНО бажано не тільки проробити, але й грамотно проаналізувати. Слід звернути увагу на закордонні посібники, оскільки більшість матеріалу адаптується з міжнародних тестів з англійської мови. Таким чином, рекомендується використання таких підручників як English Vocabulary in Use, Grammarway, Business English та інших.

При підготовці студентів до складання тесту дуже важливо використовувати компактні таблиці з граматики англійської мови, які допоможуть засвоїти матеріал набагато ефективніше.

ЗВІ з іноземної мови містить 2 частини «Читання», і «Використання мови». Серед них такі типи завдань як на встановлення відповідності, вибір однієї правильної відповіді, заповнення пропусків у тексті.

При цьому слід врахувати, що студент матиме справу з автентичними текстами в умовах дуже обмеженого часу. А тому під час підготовки корисно навчити студентів певної техніки читання, а саме читання як швидкий перегляд і як вибіркове читання.

Характеризуючи процес підготовки до ЗНО, треба відзначити ще одну проблему - не вся лексика в завданнях буде відома. А це означає, що студенту потрібно вчити слова і накопичувати лексичний запас. Існує багато методів запам'ятовування лексики і кожний може обирати їх за своїми здібностями і як йому зручно. Але не слід упускати із уваги ряд правил: слова вивчаються у контексті, запам'ятовуються словосполучення та слова з прийменниками і навіть речення. Важливо з'ясувати і основні методи виконання завдань.

Отже, щоб виконати їх успішно, перш за все потрібно проглянути текст використовуючи методику швидкого перегляду. Наступний крок – уважно прочитати завдання і подивитися запропоновані варіанти відповідей.

Саме на цьому етапі слід визначити ключові слова та словосполучення, підкреслити їх для переконливості і тільки після цього вже приступити до читання тексту. Тут може допомогти і граматика, оскільки завдяки наявності певних граматичних мовних конструкцій, можна відразу виключати неправильні варіанти відповідей.

Отже, готуючись до ЗНО, студентові потрібно наполегливо вивчати і практикувати англійську мову, додаючи виконання великої кількості тестів з читання, використання лексики та граматики.

Література

1. Наказ про затвердження деяких нормативно-правових актів з питань організації та проведення вступних випробувань для вступу на другий (магістерський) рівень вищої освіти в 2018 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/npa/ 2018/04/20/1-nakaz-vid-22032018-r-270.pdf

2. Порядок організації та проведення вступних випробувань, що проводяться з використанням організаційно-технологічних процесів здійснення зовнішнього незалежного оцінювання для вступу на другий (магістерський) рівень вищої освіти в 2018 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/npa/2018/04/20/2 -poryadok.pdf

3. Розподіл учасників вступних випробувань під час вступу на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра за спеціальністю 081 «Право» з використанням організаційно-технологічних процесів здійснення зовнішнього незалежного оцінювання, за результатами рейтингового оцінювання за шкалою 100 - 200 балів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/ Rozpod_ang_2016.pdf

4. Розподіл учасників вступних випробувань під час вступу на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра за спеціальністю 081 «Право» з використанням організаційно-технологічних процесів здійснення зовнішнього незалежного оцінювання, за результатами рейтингового оцінювання за шкалою 100 – 200 балів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://testportal.gov.ua//wp-content/uploads/2017/08/ Rozpodil-uchasnykiv-yaki-podolaly-porig-z-anglijskoyi-movy.pdf

5. Розподіл учасників вступних випробувань щодо вступу на основі ступеня бакалавра на навчання для здобуття ступеня магістра за спеціальностями галузей знань 03 «Гуманітарні науки» (крім спеціальності 035 «Філологія»), 05 «Соціальні та поведінкові науки», 06 «Журналістика», 08 «Право», 24 «Сфера обслуговування» та 29 «Міжнародні відносини», з використанням організаційно-технологічних процесів здійснення зовнішнього незалежного оцінювання, за результатами рейтингового оцінювання за шкалою 100 – 200 балів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://testportal.gov.ua//wp-content/uploads /2018/07/Rozpodil -uchasnykiv-yaki-podolaly-porig-z-anglijskoyi-movy.pdf

УДК: 37.08.43:811.111

ЗМІШАНЕ НАВЧАННННЯ У ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНИХ МОВ В НЕМОВНИХ ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦИЇ РОЗВИТКУ

Задорожна Тетяна Павлівна
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Сучасна система організації навчання повинна враховувати особливості розвитку інформаційного суспільства, а саме таки його прояви, як необхідність навчатися протягом усього життя, змінювати професію, якщо є така необхідність, постійно отримувати і оновлювати знання, що необхідні для свого фаху, або особистості, а також у відповідності з актуальними вимогами суспільства, постійно удосконалювати свої компетенції, вміння та навички. Тому, однією з головних тенденцій розвитку сучасної системи навчання є орієнтація на реалізацію високого дидактичного потенціалу комп'ютерних і телекомунікаційних технологій, впровадження яких впливає на зміни у технологіях навчання (в тому числі і дистанційного) , що у свою чергу веде до нових стандартів, методів та вимог. Світовий досвід засвідчує появу тенденцій до змін у традиційних формах організації навчального процесу. Головними напрямками модернізації сучасної освіти є:

- інформатизація та перехід до системи безперервної освіти;
- створення принципово нового освітнього середовища, яке засновано на використанні інформаційно телекомунікаційних технологіях;
- установка на особистісно-орієнтоване навчання;

Але, нові напрямки модернізації не можуть бути реалізовані тільки у рамках існуючої, традиційної системи очної освіти завдяки її невеликим можливостям, які приходять у дисонанс з новими реаліями часу :

- необхідністю обробки великого об'єму інформації;

- володіння гнучкістю та адаптованістю;
- орієнтацією на індивідуальні потреби студента;

При зберіганні старих освітніх технологій до кінця навчанні у вузі знання випускника не будуть вже відповідати вимогам суспільства на той момент і як результат- втрата конкурентоспроможності на ринку праці.

Одним зі способів вирішення цієї проблеми є використання форми ***змішаного навчання***, яка на сьогоднішній момент знаходиться на етапі свого становлення та розвитку. Сьогодні зміст цього феномену, ще не стабілізувався, тому можна знайти інші назви цієї форми, наприклад, комбіноване, інтегроване, або гібридне. Концепція змішаного навчання базується на розумінні того, що в сучасних умовах трансформації системи навчання становиться можливим комбінування сильних аспектів системи традиційного, очного навчання з перевагами дистанційних технологій. Традиційні, очні заняття стають значно цікавіше та більш ефективно організовані, коли значну частину матеріалу студенти опановують в дистанційному компоненті програми, або курсу. Система змішаного навчання, також направлена на вирішення важливого завдання – реалізацію та розвиток у повному обсязі потенційних здібностей кожного студента.

Проблема використання змішаного навчання стає особливо актуальною у процесі вивчення іноземних мов, завдяки самої специфіки предмету де головним пріоритетом повинна стати практика. Наприклад, при навчанні мовленнєвої діяльності студентів немовних вищих навчальних закладів, для формування відповідних навиків, практика з цієї діяльності повинна бути надана кожному студенту у повному обсязі. Але, досвід показує, що у процесі очного навчання на долю окремого студента приходиться не більш однієї мінути реального часу усної практики. Використання же дистанційного навчання у чистому вигляді для цієї мети, також є не завжди оправданим. Зокрема, ця форма не має можливості використання реального дидактичного спілкування завдяки специфіки розподільчого процесу навчання. Але використання змішаного навчання і включення елементів дистанційного навчання, значно змінює ситуацію і надає можливості практики кожному студенту у тому обсязі, який йому потрібен у відповідності з його персональними можливостями та здібностями. Це дозволяє індивідуалізувати процес навчання у відповідності до сучасних вимог. Таким чином, впровадження змішаного навчання у процес вивчення іноземних мов в немовному вузі може відбуватися за наступними напрямками:

- інтегрування елементів дистанційного навчання в навчальний процес для вивчення аспектів граматики з метою економії часу аудиторного заняття;
- використання комп'ютерних технологій та відповідного програмного забезпечення з метою підвищення ефективності навчального процесу, завдяки скороченню часу на опанування нового навчального матеріалу з іноземної мови на аудиторному занятті;
- використання навчальних ресурсів з іноземної мови через мережу Інтернет, що робить процес навчання комфортним та знайомим, тому що студенти багато часу проводять онлайн, а можливість спілкування та навчання у знайомому для них режимі підвищує мотивацію;
- створення можливості індивідуалізації процесу навчання, так як сприяє його мобільності та адаптуванню під потреби кожного студента у відповідності до його рівня знань, здібностей, швидкості та способу засвоєння нового матеріалу

Аналіз існуючого термінологічного апарату з боку як вітчизняних так і закордонних дослідників дозволяє зробити висновок про різноманіття існуючих визначень. Так, В.О. Фандей розглядає змішане навчання, як комбінацію елементів очного і дистанційного навчання, причому одне з яких є базовим в залежності від моделі, яка використовується.

Але впровадження змішаного навчання у процес вивчення іноземних мов наштовхується на серйозні протиріччя між:

- високим дидактичним потенціалом змішаного навчання та недостатньою науковою обґрунтованістю необхідності впровадження його у навчальний процес;
- великим об'ємом необхідних професійних знань та невеликими можливостями їх засвоєння у рамках традиційної системи навчання;
- не розробленістю теоретичної бази змішаного навчання та практичним використанням цієї форми навчання;
- появою великої кількості вітчизняних та закордонних електронних, а також Інтернет ресурсів, щодо вивчення іноземних мов та неготовністю викладачів використання їх у навчальному процесі;
- господарюванням пасивного типу навчання (викладач розглядається як єдине джерело знань, від якого знання транслюються у готовому вигляді) та необхідністю підвищення автономності студента, розвитку його здібностей самостійно отримувати, обробляти та інтерпретувати інформацію, критично осмислювати її, а також виконувати завдання, що потребують аналізу та прийняття самостійних рішень;

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити наступні висновки:

- одним зі шляхів створення системи навчання, яка б відповідала усім сучасним тенденціям інформаційного суспільства є впровадження у навчальний процес системи змішаного навчання;
- виходячи зі специфіки самого предмету, підвищення ефективності та якості процесу вивчення іноземної мови в немовному закладі вищої освіти значною мірою залежить від впровадження елементів дистанційного навчання в традиційне, очне навчання;
- подолання існуючих протирічь, що супроводжують процес впровадження змішаного навчання у систему традиційної освіти є пріоритетним завданням на сьогоднішній день для ефективної організації навчального процесу;
- впровадження змішаного навчання у навчальний процес дозволяє значно скоротити відстань у рівнях володіння іноземною мовою, завдяки можливості здійснення індивідуального підходу;
- використання комп'ютерних та телекомунікаційних технологій в навчальному процесі, значною мірою, відповідає основної сучасної тенденції розвитку процесу навчання

Література:

1. **Bonk C.J. & Graham C.R.** Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs. - San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing, 2005.- 32p.
2. **Фандей В.А.** Смешанное обучение: современное состояние и классификация моделей смешанного обучения / В.А. Фандей // Информатизация образования и науки. – 2011. – т.12, № 4. - С. 115-125.
3. Використання технологій змішаного навчання у процесі викладання іноземних мов у середній школі: навч. метод. посібник / Л.В. Калініна, О.Д. Безверха, О.А. Кузьменко, Д.С. Антонюк.-Житомир: Арт Майстер, 2016.- 127с.

УДК 656.6

ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ХЕРСОНСЬКОЇ ФІЛІЇ НУК

Калініченко І.В., ст. викладач; Бурдейний О.В., Бірюк С.І., студенти
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія

Автоматизація суднових енергетичних установок (СЕУ) значно ускладнює обов'язки суднових механіків. Тому з метою підвищення кваліфікації суднових механіків при керуванні автоматизованими установками та пошуку несправності широко використовуються у навчальному процесі стаціонарні пости керування з тренажерами машинного відділення (ТМВ) та комп'ютерні системи керування СЕУ з ТМВ і симуляторами.

Тривалий досвід експлуатації стаціонарних постів керування ТМВ з аналоговими стрілочними покажчиками вимагає всебічного узагальнення. Ефективність групового навчання на ТМВ з аналоговими стрілочними покажчиками не викликає сумніву, однак до недоліків цього способу можна віднести низьку пропускну здатність (до 6 осіб в групі протягом навчального дня) та неможливість оновлення і модернізації тренажерів.

Сучасні методи навчання із застосуванням тренажерних комплексів на базі комп'ютерних систем керування СЕУ спрямовані на розвиток умінь самостійно мислити і адекватно оцінювати ситуацію, безпомилково вибудовувати ланцюжок причинно-наслідкових зв'язків в події і їх наслідки, швидко орієнтуватися в новій ситуації (в тому числі - в екстремальній), своєчасно знаходити правильні й ефективні шляхи вирішення проблем.

Використання комп'ютерних ТМВ - оптимальний шлях для досягнення цих цілей. Одним з основних переваг комп'ютерних ТМВ є не тільки можливість освоювати і закріплювати навички дій в задачах, що відповідають реальним ситуаціям, без ризику збитку і аварій, а й оцінювати успішність підготовки за прямими показниками ефективності і надійності імітованої СЕУ. Сучасні комп'ютерні ТМВ дозволяють готувати фахівців як до виконання стандартних процедур, так і до дії в нештатних ситуаціях.

Використання комп'ютерних ТМВ у навчальному процесі при підготовці магістрів зі спеціальності "Експлуатація монтаж та випробування СЕУ" дозволяє збільшити долю прийняття вірних рішень під час виникнення нештатних ситуацій на судні до 20% [1].

Кожен оператор СЕУ, проявляючи себе в різних робочих ситуаціях, залишається в межах, обмежених своїми можливостями (психічними, фізичними, психофізіологічними та ін.). В ході дослідження діяльності суднових механіків на комп'ютерному тренажерному комплексі було встановлено:

- безвідмовність системи, що складається з оператора СЕУ і комплексу всіх суднових технічних засобів, знаходиться в прямій залежності від кваліфікації, а також від деяких психологічних якостей суднових механіків (довільна увага, мотивація, психологічна напруженість);

- кожен судовий механік володіє своєрідним набором індивідуальних якостей, що впливають на успішність його трудової діяльності;

- рівень довільної уваги і кваліфікації суднових механіків вельми значущий для безаварійної експлуатації СЕУ і її елементів;

- в процесі навчання і накопичення досвіду по експлуатації СЕУ мають місце етапи професіоналізації суднових механіків, що в результаті відбивається на готовності операторів до вірних дій в різних ситуаціях;

- рівень довільної уваги і кваліфікації суднових механіків змінюється на стадії навчання, що позитивно позначається на надійності системи «СЕУ - оператор СЕУ».

Розроблена методика тренажерного навчання і психоаналізу дозволяє, використовуючи тренажерні комплекси в якості імітації реальних умов експлуатації, аналізувати дії людини і техніки при експлуатації реального обладнання. Тому тренажерні комплекси незамінні при оцінці готовності фахівців до адекватних дій в аварійній ситуації.

Одним з найважливіших вимог є реалістичність роботи тренажера. У реальних умовах всі системи контролю та управління сучасною енергетичною установкою комп'ютеризовані. Тому комп'ютерний тренажер повинен відповідати імітованому судну і перенастроюватися під вимоги замовника.

Слід зазначити, що при технічному навчанні зайве ускладнення уповільнює засвоєння принципа роботи тренажера. Тому тренажерну підготовку слід поєднувати з простими схемами, графіками і науково-популярною анімацією (Наприклад: одноцільові комп'ютерні тренажери фірми Unitest Marine).

Список літератури

1. **Соболенка А.Н.** Обопщение опыта эксплуатации тренажеров машинного отделения морского судна / А.Н. Соболенка, Ю.А. Корнейчук, Д.К. Глазюк // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2016. – № 2. – С. 59-69.

УДК 811.111:378.147

THE PECULIARITIES OF PRESENTING NEW LEXIC IN ESP CLASSES

Smuhliakova M.K.
Senior Instructor of the Department of Modern Languages,
Kiselyova T.V.
Instructor of the Department of Modern Languages,
Fatieieva V.H.
Senior Instructor of the Department of Modern Languages,
Education and Research Institute of Humanities of Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine, Mykolaiv),

Some recent research reveals that vocabulary knowledge is considered a vital tool for ESP learners as limited vocabulary becomes a serious obstacle for successful communication in a second language. Therefore, when introducing new vocabulary in ESP classes, it is important to know how to present it to students so that it is easy to understand and remember the meanings of new words. Learning long lists of words can be quite exhausting for some students. However, presenting new words in Ukrainian and then translating them into English is not effective, either.

As presenting new vocabulary has always been one of the most discussed parts of ESP teaching process, researchers have increasingly been turning their attention to vocabulary learning and ways of presenting new lexis in ESP classes. Dudley-Evans, St John (1998), Krashen, S. D. (1982), Wilkins, D. A. (1972), R.Gairns, S. Redman (1993), Georgieva V. (2015), Moras (2001) .

In our research we will present our point of view, stemming from our experience with ESP teaching to the university students. We also make an attempt to review the most popular techniques of introducing new vocabulary items used by ESP teachers.

Dudley-Evans, St. John (Dudley-Evans, St. John, p.81-82) point out some possible ways to introduce new vocabulary:

1. A term is cognate with the equivalent term in the students' native language and does not cause any difficulty (e.g. nature, ecology, hurricane, carbon dioxide, etc.) to be understood and memorized. So, it will be enough to translate the term into the students' native language after a brief explanation.

2. In the case when the term is unfamiliar, it may need to be introduced and explained before this word appears in the exercise. The best teaching situation will be when a new term is presented with its definition thus familiarizing the students with an accepted concept of the term.

In most situations freshmen start an ESP course when they just begin learning subjects on their major and that are completely new for them. Therefore, the only way is for the ESP teacher and the subject expert to pick up and prepare a glossary of new terms with straightforward explanations of them.

Therefore, introduction of the new vocabulary should be inseparable from explaining the word meaning in the context of the real life in a simple and interesting way. As a general rule, vocabulary can be taught inductively (through some process of discovery) or deductively, e.g. by providing an appropriate picture.

Verbal techniques of explanation might include:

1) substitution, the technique that is usually used with students of all levels and with concepts when a new term is usually presented with its synonym or antonym, e.g. to pollute - to contaminate, to preserve – to destroy.

2) presenting the new term in a scale, e.g. if students know friendly – hostile, other steps could be to teach them neutral, unknown, suspect.

3) matching/labelling – when students match new terms to pictures or to their definition. This technique activates students' previous knowledge of English and initiates the work with the new vocabulary.

One of the easiest ways to introduce new vocabulary is by visualizing a new term whenever possible. It could be done with the help of a picture, photograph, flashcard, drawing, or diagram, poster or different types of computer software where illustrations are presented in electronic format.

There is another possible approach for introducing new terminology by presenting terms in a systematic way. This approach requires coordinated efforts of different specialists (both ESP teachers and subject specialists) in order to collect, present and analyze the system relations between the main concepts (terms) of the English terminology. One of the possible ways of applying systematic approach is by representing 'whole-part' relationships between terms and indicating the connections between them in a tree or a table.

The choice of one of the above mentioned methods of presenting terms will depend on the students' level and interests, as well as on the context in which the terms to be studied and memorized. With beginner-level students it is advisable to use as many visuals as possible, so that to reduce explanations. On the contrary, with intermediate to advance students it is more common to receive a more complete picture of a set of terms presented as a system with hierarchical relations between them. In both cases a glossary of the new terms should be included in the syllabus.

Context also plays a large role both in helping students learn new vocabulary and in establishing how words are actually used in speech and writing. Creating context or semantic maps is a way to activate deeper processing of vocabulary. As semantic related items are stored together in the mental lexicon, it is useful to group items of vocabulary in semantic fields, such as in topics.

Moras argues that the goal of vocabulary teaching is more than simply covering a certain number of words on a word list, and students have to be given opportunities to use the items effectively. Meaningful tasks provide the best answers to the problems of vocabulary learning, as they rely on students' experiences and reality to facilitate learning.

Therefore, students' presentations on topics of their major are another option for adding specialized vocabulary in ESP classes. Dudley-Evans and St. John point out that "the advantage here is that learners' 'own' texts are involved and committed to them representing students' group or individual needs and interests."

Generally, students decide to present topics which are highly professional and loaded with specialized terminology. These presentations are usually accompanied by discussions when trainee-presenters not only develop their speaking skills, but also explain important professional issues to their groupmates introducing basic vocabulary that appears in their presentation. The discussion stage is when students together enhance their knowledge of specialized terminology by clarifying the meaning and practicing the terms in a less formal way, yet in a classroom situation and under an ESP teacher's guidance.

To sum up, in this article we highlight the importance of vocabulary learning as an essential part in foreign language learning at the university. We made an attempt to review the trends in the area of introducing vocabulary through different methods and techniques that ESP teachers use while teaching. When presenting new vocabulary items in ESP classes, a teacher needs to consider the type of the vocabulary, the students' level as well as the value of the methods used. Also, the use of various techniques to introduce and present new vocabulary in ESP classes can encourage students to learn a foreign language whereas vocabulary items presented in attractive way are easier acquired and remembered for a longer time.

REFERENCES

1. **Dudley-Evans T., M. St John.** 1998: Developments in ESP. A Multi-disciplinary Approach. Cambridge: Cambridge University Press 1998, p. 16-18.

2. **Grigorieva V.** Systemazation of military terminology: mission (im)possible? Conference paper: Nov. 2007 Foreign Language Competence as Integral Component of a University Graduate Profile, University of Defense, Brno, Czech http://www. researchgate.net/publication/274711085.html

3. **Moras, S.** (2001). Teaching Vocabulary to Advanced Students: A Lexical Approach. http://www.telus.net/linguisticsissues/teachingvocabulary.html

УДК 378.147:.811.111

ROLE-PLAY TECHNIQUE IN THE ESP LESSON

Савченко О.О., Сорокіна Т.М.

Національний университет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м.Миколаїв

Role-play is an ideal way of providing useful fluency practice if students are not confused by instructions which are too complicated or deterred by roles which may seem unfamiliar. Being involved into role-playing, students are challenged both on an intellectual and proficiency levels. Role-play helps students communicate more freely and ecompass an extremely veried collection of activities, and what is more it gives them a great chance to apply their skills in practice [1].

A powerful variation on role play is real play. In this case, situations and one or more of the characters are drawn not from cards, but from a participant's own life and world. Typically, one of the learners plays himself, but in a context other than the classroom, This person explains a context (eg from his work) to other learners, and then together they recreate the situation in class. The real play technique allows learners to practise language they need in their own life. It is particularly useful for professional people [2].

For example, before running a role- play «Cargo operations» let's take some guidelines:

1. Make sure the students understand the idea of role play.Do they know what's going to happen? Do they know what is required of them?
2. Make sure the context or situation is clear.
3. Give them time to prepare their ideas before they start – maybe encourage note-making- but when the activity starts, encourage them to improvise rather than rely on prepared speeches and notes.
4. At the end of the role play, make sure that you give some feedback on how well (or not) the students completed the activity. Remember to comment on the language used as well as the appropriacy of what was said. Students will need to feel that they have achieved something.

Play-acting:

Stevedor: Excuse me, but I can't load the cargo into hold No.3 since the bilges are half filled with some liquid evidently leaked from the previous cargo.

Cargo Officer: Let me see! Oh! Indeed. Our watch engineer will pump the liquid out of the Bilges in some 20 minutes.

Stevedor: All right. My men are waiting.

Stevedor: We load the cargo evenly, but why has the ship a list to starboard?.

Cargo Officer: Just a minute. I'll have a look at a list meter. Yes, the list reaches 15 degrees to starboard. Are you sure that your men have distributed heavy packages evenly?

Stevedor: Absolutely! Check the ballast tank, please.

Cargo Officer: I shall try to pump the ballast to portside tank. Suppose it will help to lessen the list.

The following framework is for a two-person real play (Stevedor and Cargo Officer). Each learner needs one framework card. They start by agreeing which person's situation they will work with first (eg Stevedor's), and then Stevedor will explain a work situation to Cargo Officer. Both will fill in their own framework role card as appropriate [3].

Real play: work situations involving two people	
Why are the two people?	
Where are you?	
What are you talking about?	
Why are you talking?	
What happened just before this?	
Is any other information important?	
What are some points that will come up in the discussion?	
What would be a good result?	

After the second role play, it may be useful to review the task using a form like this:

Real play: review
Was the discussion like the real thing?
What were some interesting things that happened/ that you said?
What have you learned from this? Will the task help you in real life?

Conclusions: First of all, it is necessary to say that for role-play to be fully successful, each student should be active almost 100% of the time. That's why one of the main advantages of role-play is maximum student's activity. Another advantage is the relevance of role-play. It gives a student a chance to use the language without direct control of a teacher at the ESP lesson.

References:

1. Sea Way. Морской разговорник / Учебн.пособие - М.: Пан-Капитан, 2012. – 180 с.
2. **Фаворов В.П.**Большой англо-русский морской словарь. – М.: Новалис , 2002. – 952 с.
3. **Свистельник В.Н., Помигуев Г.П..** Английский без преподавателя для моряков / В. Н. Свистельник , Г. П. Помигуев // Учеб.англ.яз. для рядового состава торгового флота.. – Спб.: Специальная литература, 2003. – 395 с.

УДК 350.45

ПРОБЛЕМА ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВІЦІ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ФАХІВЦІВ

Юрченко І. В.
Ступак О. П.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Миколаїв),

Актуальність формування технологічної компетентності майбутніх інженерів обумовлена необхідністю модернізації професійної підготовки у зв'язку з постіндустріальними перетвореннями вітчизняної економіки та суспільства, що відповідає вимогам XXI століття і українським реаліям. Для сучасного етапу розвитку системи підготовки інженерно-технічних фахівців характерним є пошук нових шляхів удосконалення навчально-виховного процесу із застосуванням комплексу сучасних засобів для формування таких якостей і здібностей, які дозволили б фахівцю успішно адаптуватися до швидко змінних конкурентних умов, з готовністю сприймати й реалізовувати інновації, створювати якісно новий соціальний простір. На наш погляд, це вимагає забезпечення переходу на компетентнісний рівень організації професійної освіти випускників через залучення їх до розв'язання фахових проблем, виконання посадових обов'язків, вирішення конструктивно-технологічних, винахідницьких, раціоналізаторських завдань упродовж навчання.

Обґрунтовані вченими технології підготовки інженера мають загальний, або прикладний, характер та з успіхом використовуються у практиці вищої школи. На рівні докторських дисертацій дослідження у цій сфері зосереджені на створенні педагогічних умов, виявленні факторів, проектуванні систем, структур і змісту освіти. Прикладами слугують такі роботи: І. Бєлоновська (формування інженерної компетентності спеціаліста), А. Дьомін (технологія відбору змісту навчання інженерно-технічних дисциплін), Я. Кепша (формування конструктивно-технічної компетентності), М. Лазарєв (моделювання змісту загально-інженерних дисциплін), В. Олексенко (реалізація інноваційних технологій), П. Яковишин (навчання інженерів методів аналізу і синтезу механізмів та машин) [1, с.13-16]. Але на сьогодні в наукових доробках відсутні дослідження формування

особистості інженера, становлення його технологічної компетентності. Тому метою нашого дослідження є виявлення специфіки інженерної підготовки та сутності організації технологічної діяльності в умовах запровадження компетентнісного підходу.

Нами проаналізовані актуальні завдання інженерної підготовки і вимоги до сучасного фахівця, визначені в деклараціях і рекомендаціях ЮНЕСКО, Асоціацій і Федерацій інженерів та інженерних спільнот (WFEO, CESAER), Європейської мережі акредитації інженерної освіти (ENAEE), Всесвітнього конгресу з технічної освіти, стандартів національних інженерних рад і органів з акредитації освітніх програм та сертифікації спеціалістів ABET (США), законодавчих документах країн СНГ, психолого-педагогічних дослідженнях. За результатами роботи встановлено, що метою підвищення якості професійно-технічної підготовки майбутніх інженерів мають бути:

1) запровадження Концепції розвитку вищої професійно-технічної освіти на основі системи незалежної кваліфікаційної атестації;
2) розробка і використання гнучких модульних технологій для перепідготовки інженерно-технічних кадрів на виробництві;
3) забезпечення комп'ютеризації та інформатизації професійної підготовки, спрямованої на задоволення сучасних потреб;
4) впровадження програми мінімальних нормативів постачання навчальних середовищ новим обладнанням, устаткуванням, сучасною технікою і технологіями [2, с.53-57].

Крім того, встановлено, що серед факторів, які негативно впливають на професійну освіту інженерів, є недостатня забезпеченість сучасним методичним і навчальним матеріалом, наочним приладдям (зразки, макети, стенди), несформована матеріально-технічна база лабораторій і полігонів, низький рівень комп'ютеризації. Основною причиною такого стану є погане фінансування державою вищих технічних навчальних закладів [3, с.491].

В умовах соціальних перетворень, коли промисловий комплекс розвивається на засадах новітніх досягнень науки і техніки, розробляються прогресивні підходи до видобування, переробки сировини і виробництва матеріалів зі складними прогнозованими властивостями, а технології відповідають принципам ресурсо- й енергозберігання, роботизації, інформатизації та охорони навколишнього середовища, підвищується інтелектуальна основа формування спеціальної компетентності майбутніх фахівців. Це спричиняє необхідність впровадження системного і компетентнісного підходу до формування технологічної компетентності майбутніх інженерів у професійній підготовці. Провідними видами діяльності людини в галузі інноваційного виробництва мають стати конструювання, проектування, встановлення і розв'язання ключових проблем та завдань промисловості, раціоналізаторська діяльність, розроблення винаходів і патентів, адже лише на творчій основі розвивається науковий прогрес [5, с.19].

Сутнісними характеристиками інженера є: розум, талант, здатності до комунікації, професійні знання; готовність до винахідницької та раціоналізаторської діяльності; фахівець, який на основі теоретичних міркувань і матеріальних засобів створює життєздатні проекти, продукцію, послуги; суб'єкт технічної творчості. Тому формування технологічної компетентності фахівця має відображати і враховувати сутнісну характеристику інженерної роботи. Згідно з класифікацією інженерної діяльності, від нього вимагається, готовність до ведення комплексної виробничої діяльності, конструювання, проектування і розв'язування складних технологічних завдань. Умовою ефективності застосування технологічної компетентності в інноваційній економіці є володіння фахівцем сучасними методами конструювання, дослідження і проектування конкурентоспроможних зразків техніки й технологій, прогнозування динаміки використання розробки альтернативних варіантів, визначення тенденцій розвитку об'єкта, застосування формалізованих моделей [4, с.22-24].

Формування технологічної компетентності майбутнього інженера, на нашу думку, залежить від таких факторів: природної основи (особистісний компонент) – вроджених задатків, здібностей, обдарованості, талановитості, геніальності; соціальних умов стимулювання – санкцій, супроводу, підтримки, створення професійного середовища; структури, політики ВНЗ, що сприяє або перешкоджає формуванню, прискорює чи гальмує творчу основу; участь у розробках та впровадженні науково-технічних новинок. Важливими є психолого-педагогічні підходи, технології, засоби, умови, форми, зміст, виховання задатків, здібностей, умінь та навичок, які належать до сфери діяльнісного компонента.

У нашому розумінні, під технологічною компетентністю розуміється особистісна, інваріантна, залежно від виду діяльності, інтегративна характеристика здатності й готовності фахівця, що проявляється у конструюванні технологій, на основі володіння спеціальними знаннями, уміннями й навичками використання сучасних знань і засобів інженерної праці, обґрунтованого вибору і оптимізації багатоваріантних рішень; врахування швидкої зміни вимог, умов і забезпечення виробництва. Вона формується завдяки конструюванню технологічних об'єктів, технічних систем і комп'ютерного моделювання відповідних явищ та процесів, її діяльнісний і особистісний компоненти визначаються єдністю складових: мотиваційно-ціннісної, когнітивно-змістової, рефлексивно-оцінювальної, творчо-інноваційної. Становлення технологічної компетентності пов'язане з формуванням якостей, характеристик і властивостей цілісної системи.

1. Мотиваційно-ціннісна – вихідний рівень сформованості компетентності, проявляється позитивним ставленням до інженерної діяльності (проектування і конструювання), підтримує інтерес до роботи у галузі наукоємного виробництва, стимулює загальний розвиток інших професійних компетенцій.
2. Когнітивно-змістова – ґрунтується на знанні теорії побудови зображень просторових форм з урахуванням вимог єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), здобутті вмінь і навичок, фахового застосування ЗУНів при виконанні інженерної діяльності. На основі знань і вмінь реалізовувати здатність прогнозувати будувати розгортання поверхонь, оформляти конструкторську документацію, розраховувати і здійснювати креслення машинобудівного, конструктивного, будівельного, технологічного, схемного призначення, використовувати засоби комп'ютерної графіки.
3. Рефлексивно-оцінювальна – включає аналіз, вивчення процесу і наслідків, самооцінку, дає змогу осмислити й установити ступінь реалізації прогнозованих цілей технологічної діяльності, спрямованої на розкриття значимих для професії знань, умінь та навичок.
4. Творчо-інноваційна – заснована на досвіді організації технологічної діяльності, креативному використанні способів і підходів інженерної роботи, спеціальних конструкторських умінь, залученні можливостей розроблення нових систем і технологій [3, с.491].

Реалізацією технологічної компетентності через перерахований обсяг робіт є передача й прийом інформації, розвиток здатностей вирішення проблем і завдань, опанування цілісною інженерною діяльністю застосовувати здібності в різних ситуаціях та сферах, що підтверджує її багатофункціональність, універсальність і надпредметність. Встановлюючи критерії сформованості, ми керувалися сутнісними характеристиками і положеннями критеріального підходу, котрий вимагає фіксувати стан суб'єкта, інформувати про характер, мотиви, готовність та відношення до процесу [5, с.45].

На нашу думку, доцільно здійснити заходи оптимізації системи інженерної підготовки згідно з вимогами і перспективними потребами економіки України. Створити мережі експериментальних майданчиків професійної освіти на основі затвердженої рамки кваліфікацій. Запровадити практику партнерства вищих технічних навчальних закладів з роботодавцями: залучення до конструювання, проектування і прийняття рішень; врахування обсягів підготовки та перепідготовки згідно з потребами ринку праці, інноваційного розвитку національного виробництва; всебічної підтримки інженерної освіти за напрямами розвитку пріоритетних галузей економіки.

Отже, нами виявлено специфіку інженерної підготовки та визначено фактори й умови запровадження компетентнісного підходу. Сутність технологічної компетентності закладено в характеристику компонентів (особистісного, діяльнісного) і складових: мотиваційно-ціннісної, творчо-інноваційної, когнітивно-змістової, рефлексивно-оцінювальної. Ефективне формування компетентності майбутніх інженерів відбувається на основі ускладнення інженерної діяльності, зміни характеру дій, підвищення рівня вимог до компетентності. Перспективи подальшого дослідження вбачаються у вивченні проблеми формування технологічної компетентності інженерів із застосуванням засобів моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Ахмедьянова Г. Ф.** Инженерная компетентность как результат интеграции творческого и технологического компонентов обучения / Г. Ф. Ахмедьянова // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8 – С. 13-16.
2. **Белоновская И. Д.** Формирование инженерной компетентности специалиста в условиях университетского комплекса : дис. … д-ра пед. наук : 13.00.08 / Изабелла Давидовна Белоновская. – Оренбург, 2006. – С. 53-57
3. **Назаркін О. А.** Формування проектно-конструкторської компетентності майбутніх інженерів в освітньому процесі / О. А. Назаркін, А. П. Тарасюк // Гуманітарний вісник ДВНЗ "ПереяславХмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди" – Додаток 1 до Вип. 27. Т. VII (40). – К. : Гнозис, 2012. – С. 491
4. **Грицунов О. В.** Інформаційні системи та технології: навч. посіб. Для студентів за напрямом підготовки «Транспортні технології» / О.В. Грицунов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – С. 22-24
5. **Чередніченко Г.А.** Інформаційні технології дистанційного навчання: перспективи та проблеми / Г.А. Чередніченко, І.П. Тригуб // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. – С. 45

ЛОКУС КОНТРОЛЯ И ВАРИАНТЫ ПОВЕДЕНИЯ ПЕРСОНАЛА

Автор: *Торубара В.В., соискатель*
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Выученная беспомощность - одна из форм проявления «токсичности» во взаимоотношениях в коллективе. Данный феномен характеризуется пассивностью в действиях, отказом от попыток изменения негативных факторов, даже при наличии благоприятных возможностей. Возникает он, как правило, после ряда неудачных попыток и сопровождается подавленностью и депрессией, неверием в свои силы и возможности, утерей контроля над ситуацией [1].

Коллектив, зараженный синдромом выученной беспомощности, теряет свою эффективность в выполнении поставленных задач и становится «тормозом перемен и инноваций». Хотя, зачастую, для выхода из этого состояния достаточно ежедневной практики «минутных улучшений» [2].

Ряд исследователей связывает модели поведения коллектива и отдельных людей с локусом контроля [3, 4]. Понятие «локус контроля» (локализация контроля волевого усилия) введено Д. Роттером в 1954 г. Данное понятие характеризует свойство личности приписывать свои успехи или неудачи только внутренним либо только внешним факторам [5]. Роттер выделял интернальный (внутренний) и экстернальный (внешний) локус контроля. При высокой концентрации в коллективе людей с экстернальным локусом контроля, вероятность возникновения синдрома выученной беспомощности и «токсичных» взаимоотношений возрастает.

Таким образом, на этапе формирования коллектива, для увеличения производительности труда и успешного выполнения проектов, задачей HR-службы становится подбор персонала с интернальным локусом контроля. Такие сотрудники являются более инициативными и свойственны брать на себя ответственность за действия, результат которых четко не определен. Для определения локуса контроля используют тест-опросник уровня субъективного контроля Д. Роттера [6].

Гораздо более сложная задача для нового руководителя предприятия или отдела - работа с уже устоявшимся коллективом, в котором преобладают сотрудники с экстернальным локусом контроля. Самый простой и кардинальный способ повышения эффективности подобного коллектива (и наиболее часто применимый) – это увольнение «неугодных». Такое решение приносит преимущества в краткосрочной перспективе, но ошибочно при построении долгосрочной стратегии. Самим этим действием руководитель показывает персоналу что «токсичные» приемы во взаимодействии допустимы и еще более усугубляет синдром выученной беспомощности у оставшихся членов коллектива.

Более продуктивным методом повышения эффективности коллектива с выученной беспомощностью будет изменение локуса контроля ключевых фигур. Данная трансформация (для индивидуума) обычно достигается проработкой своих психологических установок. Но, если вы руководитель отдела, то отправлять сотрудников к психотерапевту вы будете только в том случае, если польза, которую приносит этот сотрудник, выше чем затраты на решение его психологических проблем. В ином случае – стоит искать другие варианты изменения локуса контроля. И, желательно, групповые.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Seligman M. E. P.** Helplessness: On Depression, Development, and Death. — San Francisco: W. H. Freeman, 1975. — ISBN 0-7167-2328-X.
2. **Имаи Масааки** Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / Масааки Имаи; Пер. с англ. — М.: «Альпина Бизнес Букс», 2005. — 346 с. — (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»). ISBN 5-9614-0127-8
3. **Караваев А. Ф., Мягкова С. Н., Шилова И. М., Титаренко Д. В.** Проблемы формирования и совершенствования мотивов учения // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2010. №4 (43). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-formirovaniya-i-sovershenstvovaniya-motivov-ucheniya
4. **Ильинский С. В.** Социально-психологические факторы лояльности работников к организации // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Психология. 2014. №2 (16). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-psihologicheskie-faktory-loyalnosti-rabotnikov-k-organizatsii (дата обращения: 30.09.2018).
5. **Rotter, J. B.** Social learning and clinical psychology. — New York: Prentice-Hall, 1954.
6. **Роттер Д.** Тест-опросник уровня субъективного контроля [Електронний ресурс] / Дж. Роттер – Режим доступу до ресурсу: http://www.psyworld.info/online-testy/test-oprosnik-urovnya-subektivnogo-kontrolya-usk-dzh-rottera.

Секція. 12.
ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ

УДК 346.2

ПРАВОВИЙ РЕЖИМ СУБ'ЄКТІВ ДОГОВОРУ ДОСТУПУ ПОРТОВОГО ОПЕРАТОРА ДО ПРИЧАЛУ

Ломакіна Олена Анатоліївна, канд. юрид. наук, доцент, доцент, доцент кафедри морського та господарського права, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, lomakina1616@gmail.com
Дубинський Олег Юрійович, канд. юрид. наук, доцент, декан факультету морського права, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв;
oleg dubinskiy_oleg@ukr.net

Використання об’єктів портової інфраструктури, зокрема причалів, здійснюється на підставі договору про забезпечення доступу портового оператора до причалу, що перебуває у господарському віданні адміністрації морських портів України, крім причалу, що використовується портовим оператором на підставі договору оренди, концесії, спільної діяльності, укладеного відповідно до законодавства.

Постановою Кабінету Міністрів України № 483 доповнено перелік спеціалізованих послуг, що надаються у морському порту суб'єктами природних монополій, які підлягають державному регулюванню послугами із забезпечення доступу портового оператора до причалу, що перебуває у господарському віданні адміністрації морських портів України.

Договір про надання спеціалізованої послуги доступу портового оператора до причалу не передбачений ні Цивільним кодексом України, ні Господарським кодексом України, належить до так званих «непоіменованих» договорів, але на думку вчених і практикуючих юристів вкладається в площину правового регулювання договірних відносин в господарській діяльності в Україні.

Проформа договору про забезпечення доступу портового оператора до причалу була затверджена Адміністрацією морських портів України (далі -АМПУ). Відповідний наказ був підписаний керівником АМПУ Райвісом Вецкагансом 22 вересня 2017 року.

Суб’єктами договору про забезпечення доступу портового оператора до причалу є АМПУ, з одного боку, та портовий оператор, з іншого боку.

АМПУ одне з найбільших державних підприємств морської галузі, яке має стратегічне значення для економіки і безпеки України.

АМПУ створена в 2013 році в результаті реформи морської галузі України внаслідок ухвалення Закону України «Про морські порти України» для управління державним майном в морських портах країни і його ефективного використання, створення механізмів для залучення інвестицій в портову інфраструктуру для її розвитку і стабільної роботи бізнесу. Серед інших завдань АМПУ - підтримка паспортних глибин акваторій портів, забезпечення безпеки мореплавства та ін.

АМПУ входить в сферу управління Міністерства інфраструктури України і об'єднує українські морські порти та інші інфраструктурні елементи, одночасно сприяючи розвитку і конкурентоспроможності кожного з них.

За визначенням пункту 1 статті 1 Закону України «Про морські порти України» адміністрація морських портів України - державне підприємство, утворене відповідно до законодавства, що забезпечує функціонування морських портів, утримання та використання об'єктів портової інфраструктури державної форми власності, виконання інших покладених на нього завдань безпосередньо і через свої філії, що утворюються в кожному морському порту (адміністрація морського порту).

Стаття 15 Закону України «Про морські порти України» визначає, що адміністрація морських портів України утворюється з метою зокрема: утримання та забезпечення ефективного використання державного майна, переданого їй в господарське відання, у тому числі модернізації, ремонту, реконструкції та будівництва гідротехнічних споруд, інших об'єктів портової інфраструктури, розташованих у межах території та акваторії морського порту; надання послуг суднам на підходах і безпосередньо в акваторії морського порту для їх безпечного судноплавства, маневрування та стоянки; організації та забезпечення безпечної експлуатації об'єктів портової інфраструктури державної власності, у тому числі гідротехнічних споруд, систем забезпечення безпеки мореплавства, розташованих у межах території та акваторії морського порту;

забезпечення створення рівних і конкурентних умов ведення господарської діяльності та отримання послуг у морському порту.

Відповідно до Закону України «Про морські порти України», портовий оператор (стивідорна компанія) – суб'єкт господарювання, що здійснює експлуатацію морського терміналу, проводить вантажно-розвантажувальні роботи, обслуговування та зберігання вантажів, обслуговування суден і пасажирів, а також інші пов'язані з цим види господарської діяльності.

Відповідно до Наказу Мінінфраструктури України, портовий оператор (стивідорна компанія) - суб'єкт господарювання, що здійснює у порту або за його межами вантажні операції, приймання та зберігання вантажів, обслуговування транспортних засобів, а також інші пов'язані з цим види господарської діяльності.

Адміністрація морських портів конкретизувала критерії та документи, необхідні для отримання статусу портового оператора, направивши відповідне роз'яснення філіям підприємства.

Обов'язкові умови для роботи портових операторів встановлені Законом про морські порти України. Фахівці АМПУ також виділили ряд важливих критеріїв, що впливають на безпечну роботу в морському порту, яким має відповідати портовий оператор. Перш за все, це дотримання вимог безпеки мореплавства, екологічної безпеки, норм з обслуговування та зберігання вантажів, у тому числі підготовлені робочі технологічні карти (РТК) на перевалку різних видів вантажів.

Також портовий оператор повинен нести відповідальність за охорону портових засобів, дотримуватися норм охорони праці під час проведення робіт і експлуатації механізмів підвищеної небезпеки. Крім того, законодавство накладає значні вимоги до поведінкиспівробітників портового оператора при роботі з небезпечними вантажами і до наявності необхідних протипожежних засобів.

Таким чином, портовий оператор має забезпечити обслуговування та зберігання вантажів, а також безпечну стоянку та обслуговування суден і пасажирів в морському порту.

Тільки після перевірки адміністрацією морського порту відповідності всім необхідним критеріям компанія може отримати статус портового оператора і укласти договір на отримання спеціальної послуги доступу до причалу. Найближчим часом заявки від компаній, спрямовані раніше для отримання статусу портового оператора в морських портах, будуть актуалізовані філіями АМПУ і передані в апарат управління підприємства.

Серед документів, необхідних для отримання статусу портового оператора:

• документи, що підтверджують наявність у користуванні підйомно-транспортного та іншого аналогічного устаткування;

• договір використання складських приміщень на території порту (в разі якщо здійснення перевалки вантажу по РТК здійснюється за прямим варіантом, наявність такого договору не обов'язкова);

• дозвіл на викиди забруднюючих речовин;

• РТК, узгоджена Державною екологічною інспекцією;

• план охорони портового засобу або письмове зобов'язання виконувати план охорони портового засобу;

• свідоцтво (сертифікат), що підтверджує рівень знань працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів, видане працівникам портового оператора (в разі якщо портовий оператор планує обробляти небезпечні вантажі);

• дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки;

• посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці працівників портового оператора;

• документ про відповідність матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки та, в певних випадках, позитивний висновок за результатами експертизи протипожежного стану підприємства, об'єкту чи приміщення;

• угода на аварійно-рятувальне обслуговування з аварійно-рятувальними службами, які пройшли атестацію в установленому порядку;

• план реагування на надзвичайні ситуації або інструкцію з дій персоналу підприємства в разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій.

Відповідно до частини першої статті 4 Закону України «Про морські порти України» функціонування та розвиток морських портів здійснюються зокрема за принципами: забезпечення конкуренції серед суб'єктів господарювання, що виробляють однакову продукцію (товари, роботи, послуги) у морському порту; рівності прав усіх суб'єктів господарювання, що провадять діяльність у морському порту, недопущення дискримінації у доступі до об'єктів портової інфраструктури загального користування.

Згідно з нормами статті 18 Закону України «Про морські порти України» господарська діяльність у морському порту провадиться відповідно до законодавства, обов'язкових постанов по порту та зводу звичаїв морського порту.

У межах морського порту функціонують суб'єкти господарювання усіх форм власності, діяльність яких пов'язана з обслуговуванням суден, пасажирів, вантажів, та підприємства, продукція та/або сировина яких транспортується територією та акваторією порту.

Портові оператори зобов'язані сприяти розвитку конкуренції та не вчиняти дій, які можуть справляти негативний вплив на конкурентне середовище в морському порту.

Адміністрація морських портів України не має права перешкоджати або втручатися в діяльність суб'єктів господарювання, крім випадків, передбачених законом, а також встановлювати для них умови діяльності, що погіршують їх становище порівняно з іншими суб'єктами господарювання або порушують їхні права та законні інтереси.

Отже, портові оператори є рівними у здійсненні господарської діяльності у порту та у доступі до об'єктів портової інфраструктури загального користування, та, відповідно, у доступі до причалів.

З урахуванням вищевикладеного, можна дійти до висновку, що основою для надання статусу портового оператору є наявність достатньої кількості рухомого та нерухомого майна для надання стивідор них послуг.

Література:

1. Постанова Кабінету Міністрів від 7 липня 2015 р. № 483 «Про внесення зміни в додаток до постанови Кабінету Міністрів України від 3 червня 2013 р. № 405»
2. Закон України "Про морські порти України" від 17.05.2012 N 4709-VI
3. Наказ Міністерства інфраструктиури України"Про затвердження Правил перевезення небезпечних вантажів внутрішніми водними шляхами України" від 04.04.2017 N 126
4. Адміністрація морських портів визначила критерії та документи, необхідні для отримання статусу портового оператора //Текст з екрану// - [Режим доступу] -https://mtu.gov.ua/news/28473.html?PrintVersion
5. **Муравский А.** Как стать портовым оператором: мнения юристов //Текст з екрану// - [Режим доступу] - https://ports.com.ua/articles/kak-stat-portovym-operatorom-mneniya-yuristov
6. Введение спецуслуги пользования причалами АМПУ не исключает пользование ими на условиях других договоров //Текст з екрану// - [Режим доступу] https://interfax.com.ua/news/economic/290273.html

УДК 342.6

СТВОРЕННЯ МОРСЬКОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ УКРАЇНИ: ВПЛИВ НА ПРАВОВИЙ СТАТУСУ КАПІТАНУ ПОРТУ В УКРАЇНІ

Сандюк Ганна Олександрівна, канд. юрид. наук, доцент кафедри морського та господарського права, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, ganna.sandiuk@nuos.edu.ua
Рябчиков Павло Сергійович, екс-капітан Миколаївського морського торговельного порту, м. Миколаїв

Капітан морського порту завжди був впливової посадовою особою, причому його правовий статус тільки посилився з набуттям чинності Закону України «Про морські порту» від 17.05.2012 та внесенням у зв’язку з цим змін до Кодексу торговельного мореплавства України (далі – КТМУ).

За чинним законодавством до функцій капітана морського порту належать: 1) державний нагляд за дотриманням законодавства і правил мореплавства, а також міжнародних договорів України щодо мореплавства, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України; 2) розгляд справ про адміністративні правопорушення і накладення адміністративних стягнень; 3) реєстрація суден у Державному судновому реєстрі України, Судновій книзі України і видача суднових документів, якщо інше не передбачено законодавством; 4) видача документів, зазначених у статті 51 КТМ України; 5) перевірка суднових документів, дипломів і кваліфікаційних свідоцтв; 6) видача посвідчень моряка особам, які входять до складу суднового екіпажу; 7) нагляд за дотриманням вимог щодо порядку заходження суден у морський порт і виходу з морського порту; 8) нагляд за дотриманням вимог щодо запобігання забрудненню навколишнього природного середовища; 9) оформлення приходу суден у морський порт і виходу з морського порту; 10) нагляд та контроль за підприємствами, що надають лоцманські послуги, і службою регулювання руху суден у межах акваторії морського порту; 11) нагляд та контроль за криговим проведенням суден на підходах до морського порту і в межах його акваторії;12) видача дозволів на підняття майна, що затонуло в морі, а також на проведення будівельних робіт щодо гідротехнічних споруд у межах території та акваторії морського порту; 13) облік та розслідування аварійних морських подій; 14) керівництво службою капітана морського порту (ст. 78 КТМУ). [1]

Розпорядження капітана морського порту з питань забезпечення безпеки мореплавства і порядку в морському порту, що належать до його компетенції, обов'язкові для всіх суден, юридичних і фізичних осіб, які перебувають в акваторії та на території цього морського порту (ч. 1 ст. 79 КТМУ). За порушення

законодавства і правил щодо безпеки мореплавства та порядку в морському порту капітан морського порту має право накладати адміністративні стягнення (ч. 3 ст.79 КТМУ).

Капітан порту має право затримати судно або вантаж в морському порту до достатнього забезпечення морської вимоги судновласником або вантажовласником.

Статтею 77 КТМУ встановлено, що капітан морського порту призначається на посаду і звільняється з посади центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сферах морського і річкового транспорту (на сьогоднішній день це Міністерство інфраструктури України), за поданням центрального органу виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сфері безпеки на морському і річковому транспорті. Щодо останнього органу у структурі органів виконавчої влади України відбулись зміни: до самого недавнього часу таким органом була Державна служба України з безпеки на транспорті. Однак 22 серпня 2018 року Урядом прийнято рішення про початок здійснення Державною службою морського та річкового транспорту України (Морською адміністрацією) повноважень та функцій, покладених на неї відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 06 вересня 2017 № 1095 (далі – ПКМУ). [2; 3] Цією ж постановою затверджене Положення про Державну службу морського та річкового транспорту України (далі – Положення).

Основними завданнями Морської адміністрації є реалізація державної політики у сферах морського та річкового транспорту, торговельного мореплавства, судноплавства на внутрішніх водних шляхах, забезпечення навігаційно-гідрографічного мореплавства, а також забезпечення та здійснення державного нагляду (контролю) за безпекою на морському та річковому транспорті. [4]

За ст. 77 КТМУ капітан морського порту підпорядковується керівнику центрального органу виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сфері безпеки на морському і річковому транспорті. Це узгоджується з п/п. 22 п.11 ПКМУ, де зазначено, що Голова Морської адміністрації має у підпорядкуванні капітанів морських портів.

Таким чином, всі 13 капітанів морських портів України (які раніше мали статус морських торговельних) переходять у підпорядкування Державній службі морського та річкового транспорту України (Морській адміністрації).

Щодо капітанів морських портів Морська адміністрація відповідно до покладених на неї завдань має такі повноваження:

– визначає межі зон нагляду, на які поширюються повноваження капітанів морських портів щодо здійснення ними державного нагляду за безпекою мореплавства (п/п. 22 п.4 ПКМУ);

– координує в межах своїх повноважень діяльність капітанів морських портів та скасовує їх розпорядження з питань забезпечення безпеки мореплавства і порядку в морському порту в разі їх невідповідності вимогам законодавства (п/п. 23 п.4 ПКМУ);

– готує подання Мінінфраструктури щодо призначення та звільнення капітанів морських портів (п/п. 53 п.4 ПКМУ). [див. 4]

Література:

1. Кодекс торговельного мореплавства України [електронний ресурс]: Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу:http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176/95-%D0%B2%D1%80#n1639
2. Розпочато роботу Державної служби морського та річкового транспорту України , - Юрій Лавренюк. 22 Серпня 2018 [електронний ресурс]: Офіційний веб-сайт Міністерства інфраструктури України – Режим доступу: https://mtu.gov.ua/news/30088.html
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 06 вересня 2017 № 1095 «Про утворення Державної служби морського та річкового транспорту України» від 06 вересня 2017 № 1095 [електронний ресурс]: Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1095-2017-%D0%BF
4. Положення про Державну службу морського та річкового транспорту України, затверджене ПКМУ [електронний ресурс]: Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1095-2017-%D0%BF

УДК 340.11

СТРУКТУРА ПРИНЦИПУ ПРАВА

Федоренко Тетяна Миколаївна,
завідувач кафедри теорії та історії держави і права, канд. юрид. наук, доцент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
tetiana.fedorenko@gmail.com
orcid.org 0000-0003-4603-2211

1. Сучасні уявлення про право, з позицій системного підходу, висувають для обговорення питання щодо, *по-перше,* змісту, функцій та структури самого права, так і, *по-друге,* елементів, що входять до нього на правах підсистеми. Методологія системного підходу, яка використовується у даній роботі, передбачає:

розглядати будь-яку систему як ціле, властивості якої не співпадають з властивостями окремих елементів даної системи;

враховувати внутрішні зв'язки між елементами системи, що забезпечують її цілісність, існування, розвиток;

виявляти у системи ієрархічні зв'язки між її елементами;

бачити у системі динамічне явище, характеристики якої здатні змінюватися та набувати якостей протилежних попереднім;

принцип випереджаючого відображення, тобто наявності постійної актуальної проблематики.

2. Позитивістська парадигма права визначає його як системне явище, яке в широкому сенсі, структурно складається *з норм права*, та далі за принципом ускладнення, *з інститутів права (субінститутів), підгалузей та галузей права.* При цьому загальна теорія права та галузева юридична наука включають до структури права також *правові презумпції, правові аксіоми, правові фікції*, що «доповнюють собою класичні правові норми та допомагають в регулюванні складних взаємовідносин між людьми» [1, с. 238]; до структури права відносять також і таке нормативне утворення, як *принципи права*.

У сучасній теорії права можна виявити *дві* магістральні думки щодо розуміння принципів права, а саме:

принципи права визначаються як основоположні *загальноприйняті норми*, що виражають властивості права і мають вищу імперативну юридичну силу, тобто виступають як незаперечні вимоги, які висуваються до учасників суспільних відносин з метою встановлення соціального компромісу та котрі прямо формулюються в законі, або випливають із його змісту [1, с. 238; 2, с. 258];

друга течія представлена думкою про те, що принципи права – насамперед *норма-ідея професійної правосвідомості*, атрибут правового мислення юриста, які віддзеркалюється в категоріях правосвідомості, правовому мисленні професійного юриста та виникають у процесі перетворення суспільних відносин у правові, суспільних фактів та подій в юридичні факти та суб'єктивні права. У цьому сенсі принципи права не досягають позитивності та відображають сходження права від суб'єктивного до об'єктивного права і є, за переліком О. В. Скрурко, проявом ius non scriptum, «м'якого права», «субправа», «духу законів» [3, с. 22, 26–27].

3. Принципи права, «на правах» складової права, утворюють в ньому підсистему (субсистему) принципів права; структура цієї субсистеми відображена у можливих класифікаціях принципів права.

За рівнем регулювання суспільних відносин виділяють *загальнолюдські* (міжнародні, загальноцивілізаційні), *регіонально-континентальні*, *національні* (внутрішньодержавні) принципи [2, с. 260–262]; інші класифікації принципів права є подібними до вище наведеної, наприклад, розрізняють загальносоціальні і спеціально-юридичні принципи права [4, с. 179–181].

Зазначимо, що принципи права мають свою специфічну структуру. Так, у *змістової* будові принципу права М. М. Вопленко, В. А. Рудковський виділяють:

вимогу, що розглядається, як конкретизоване вираження зобов'язання та веління [5, с. 6];

ідеал, як складова принципу права, містить ідеальний ціннісно-нормативний образ правової дійсності; ідеали встановлюють цілі та орієнтири людської діяльності, оцінюючи її через призму найбільш значущих соціальних ідей [5, с. 6];

знання виступають елементної складової принципу права, яка обумовлена тим, що й *вимога* та *ідеал* набувають форми інформації про закономірності нормативної ситуації, бажаний образ діяльності [5, с. 6].

Якщо розглядати принципи права у контексти їх зв'язків з нормами об'єктивного права, зокрема, правовстановлюючими, то *принципи права* можуть *набувати* структурних *ознак* інших юридичних явищ, а саме:

ознак *логічної структури норми права*, так принципи права виявляють у собі – суб'єктний склад та юридичний факт (гіпотеза норми права), відповідно суб'єктивні права та обов'язки (диспозиція норми права), та, як зазначає О. В. Скурко, принципи права «певним чином розвиваючи гіпотезу та диспозицію відповідної норми, спираються та остаються у рамках її (норми) санкції» [3, с. 53];

ознак *правових відносин*, що є можливим лише для принципів права пов'язаних з казуїстичними нормами права.

В цілому питання структури принципів права, на наш погляд, потребує подальшого опрацювання у контексті їх зв'язків з усіма складовими права.

Література

1. **Матузов Н. И., Малько А. В.** Теория государства и права: Учебник. – М.: Юристъ, 2004. – 512 с.

2. **Скакун О. Ф.** Теорія держави і права (Енциклопедичний курс): Підручник. – Х.:Еспада, 2006. – 776 с.

3. **Скурко Е. В.** Принципи права: Монографія. – М.: Ось – 89, 2008. – 192 с.

4. **Крестовська Н. М., Матвєєва Л. Г.** Теорія держави і права: Елементарний курс. Вид. третє. – Х.: Одісей, 2012. – 432 с.

5. **Вопленко Н. Н., Рудковский В. А.** Основные принципы права: понятие и классификация // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 5. Юриспруденция. – 2013. – № 1 (18) – С. 5–11. [Электронный ресурс]. – Режим обращения: https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-printsipy-prava-ponyatie-i-klassifikatsiyahttps (Дата обращения 07.09.2018).

УДК 341.225

ОСОБЛИВОСТІ ПРАВОВОГО ІНСТИТУТУ МИРНОГО ПРОХОДЖЕННЯ СУДЕН У ТЕРИТОРІАЛЬНОМУ МОРІ ПРИБЕРЕЖНИХ ДЕРЖАВ

Дмитриченко І.В., канд. юрид. наук, доцент, Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв
Дмитриченко Д.І., студент 5 курсу магістратури факультету морського права, Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Стурбованість розмиванням цілісності «Кодексу морів і океанів» – Конвенції ООН з морського права 1982 р. (Конвенція 1982 р.) [1], було окреслено у доповіді Генерального секретаря ООН «Світовий океан і морське право» (3.03.2003 р.). Це стосується й певних порушень у територіальному морі, що знаходиться під суверенітетом прибережних держав, і породжує конфлікти, які зачіпають встановлений правопорядок в Світовому океані [2].

Незважаючи на те, що територіальне море є частиною території прибережних держав, одночасно з цим його води виконують роль своєрідного комунікаційного простору. У зв'язку з цим, конфліктність використання вод територіального моря обумовлена тим, що тут стикаються інтереси, з одного боку, держав і судноплавних компаній, які здійснюють морські перевезення, а з іншого, – прибережних держав щодо захисту, передусім, морського середовища та власних економічних інтересів. Разом з тим у територіальному морі стикаються стратегічні інтереси військово-морських держав і інтереси прибережних країн щодо забезпечення власної безпеки. Так, реалізація права мирного проходження військових кораблів через територіальне море прибережних держав має пріоритетне значення для впливових військово-морських держав. Однак проходження військових кораблів через територіальне море прибережних держав може бути джерелом загрози їхньої безпеки, що змушує їх вживати заходів, які порою порушують положення Конвенції 1982 р. Тому до сих пір залишається не врегульованим питання: як знайти потрібний баланс між свободою судноплавства та інтересами прибережних держав? Одним із вагомих досягнень у вирішенні цієї проблеми, на наш погляд, є включення інституту мирного проходження суден до конвенційних положень міжнародного морського права.

Метою даного дослідження є встановлення особливостей правового інституту мирного проходження суден у територіальному морі прибережних держав. Воно також стосується й практики України, яка є прибережною державою та має власне територіальне море вздовж чорноморського узбережжя.

Мирне проходження суден у територіальному морі – правовий інститут міжнародного морського права, що регламентує порядок плавання іноземних суден через територіальне море прибережних держав. Режим мирного проходження через територіальне море є реалізацією на практиці принципу свободи судноплавства. У зв'язку з цим на Гаазькій конференції з кодифікації міжнародного права 10 квітня 1930 р. було заявлено: «… суверенітет над територіальним морем є, однак, обмежений умовами, встановленими міжнародним правом; дійсно, оскільки свобода судноплавства має таке велике значення для всіх держав, право мирного проходження через територіальне море є загальновизнаним » [3].

Міжнародно-правовий звичай і практика прибережних держав з давніх часів (з кінця періоду феодалізму) визнавали за іноземними торговельними і промисловими суднами право мирного проходження через територіальне море. На початку XIX ст. право мирного проходження іноземних суден через територіальне море інших держав дістало широкого визнання не тільки у наукових колах, а ще й в договорах

між державами і набуло якостей загальновизнаного принципу. В. М. Корецький в праці «Історія систематизації норм міжнародного морського права» (1962 р.) писав, що «право мирного проходження надається прибережною державою іноземним суднам в силу вікового звичаю в інтересах розвитку міжнародних економічних відносин і мирного співіснування держав» [4].

Однак законодавча практика держав, роботи в області кодифікації норм щодо мирного проходження у територіальному морі свідчать, що звичайно-правовою нормою можна вважати лише правило про мирне проходження невійськових суден, оскільки загальна практика, що доводила визнання міжнародного звичаю стосовно права мирного проходження військових кораблів, ще не сформувалася навіть до початку роботи I Конференції ООН з морського права (Женева, 1958 р.). Так, у підготовленому Гаазькою конференцією 1930 р. проекті Конвенції про територіальне море передбачалося, що лише іноземні невійськові судна користуються правом мирного проходження. Комісія міжнародного права ООН у результаті підготовчої роботи з кодифікації норм міжнародного права щодо мирного проходження визнала, що «прибережній державі належить право ставити проходження військових кораблів через територіальне море за умови попереднього дозволу або повідомлення» (ст. 24 Проекту статей щодо морського права, підготовлених Комісією міжнародного права на її восьмій сесії).

У Женевську конвенцію про територіальне море і прилеглу зону 1958 р. було включено вже більш прогресивне положення, яке передбачало що, за умов дотримання конвенційних положень, «судна всіх держав, як прибережних так і неприбережних, користуються правом мирного проходження через територіальне море» (п. 1 ст. 14). Потрібно враховувати, що не всі держави–учасниці I Конференції ООН з морського права підписали і ратифікували Женевську конвенцію про територіальне море і прилеглу зону 1958 р., деякі зробили застереження щодо права мирного проходження військових кораблів. Зокрема в застереженні СРСР до ст. 23 Женевській конвенції про територіальне море і прилеглу зону 1958 р. було зазначено, що Уряд СРСР вважає, що прибережна держава має право встановлювати дозвільний порядок проходження іноземних військових кораблів через його територіальні води. У наступному значна кількість держав встановила дозвільний порядок проходження іноземних військових кораблів через своє територіальне море, що в певній мірі обмежило міжнародне судноплавство.

Тому III Конференція ООН з морського права розробила чіткі універсальні норми щодо права мирного проходження (innocent passage) через територіальне море всіх суден, включаючи військові кораблі (ст.ст. 17-32 Конвенції ООН з морського права 1982 р.). Її результати є позитивним кроком уперед в кодифікації і прогресивному розвитку інституту територіального моря в цілому. Всі правила, що стосуються мирного проходження в Конвенції 1982 р., розподілені на три групи: правила, що стосуються всіх суден (ст. 17-26); правила, що стосуються торговельних суден і державних суден, які експлуатуються в комерційних цілях (ст. 27; 28); правила, що стосуються військових кораблів та інших державних суден, які експлуатуються в некомерційних цілях (ст. 29-32). Ст. 17 Конвенції 1982 р. закріплює право мирного проходження через територіальне море будь-яких категорій суден (торговельних або військових) всіх держав (як прибережних, так і тих, що не мають виходу до моря).

У контексті ст. 18 Конвенції 1982 р. мирне проходження іноземних суден через територіальне море прибережних держав є плавання з метою перетинання його без заходу у внутрішні води прибережної держави або для проходу у внутрішні води чи з внутрішніх вод прибережної держави у відкрите море. Таке проходження має бути безперервним і швидким. Однак мирне проходження суден може передбачати зупинку і стоянку на якорі, якщо це пов'язано із звичайним плаванням або необхідністю, що викликано внаслідок непереборної сили або лиха, чи з метою надання допомоги особам, суднам або літальним апаратам, що знаходяться в небезпеці або зазнають лиха.

Проходження через територіальне море іноземних суден є «мирним, якщо тільки ним не порушується мир, добрий порядок або безпека прибережної держави» (п. 1 ст. 19). Таке проходження має здійснюватися відповідно до вимог Конвенції 1982 р. та інших норм міжнародного права. У Конвенцію 1982 р. (ст. 19) включено більш розгорнуте визначення поняття «мирне проходження» ніж те, що увійшло в Женевську конвенцію про територіальне море і прилеглу зону 1958 р. (ст. 14). Відповідно до новацій Конвенції 1982 р. (п. 2 ст. 19) проходження іноземного судна вважається таким, що порушує мир, добрий порядок або безпеку прибережної держави, якщо в територіальному морі воно здійснює будь-який з наступних видів діяльності: загрозу силою або її застосування проти суверенітету, територіальної цілісності або політичної незалежності прибережної держави або будь-яким іншим чином в порушення принципів міжнародного права, втілених в Статуті ООН; будь-які маневри або навчання зі зброєю будь-якого виду; будь-який акт, спрямований на збір інформації на шкоду обороні або безпеці прибережної держави; будь-який акт пропаганди, що має на меті посягання на оборону чи безпеку прибережної держави; підняття у повітря, посадку або прийняття на борт будь-якого літального апарату чи літального пристрою; навантаження або розвантаження будь-якого товару або валюти, посадку або висадку будь-якої особи, всупереч митним, фіскальним, імміграційним або санітарним законам і правилам прибережної держави; будь-який акт навмисного і серйозного забруднення всупереч Конвенції 1982 р.; будь-яка рибальська діяльність; здійснення дослідницької або гідрографічної діяльності; будь-який акт, спрямований на створення перешкод функціонування систем зв'язку або будь-яких

інших споруд чи установок прибережної держави; будь-яка інша діяльність, що не має прямого відношення до проходження.

Отже, в Конвенції 1982 р. наведено вичерпний список ситуацій, коли проходження іноземного вважається «немирним» і може бути заборонено або ж припинено. З точки зору більшості юристів-міжнародників, використання терміну «діяльність» в статті 19 Конвенції 1982 р. означає, що порушення самого права мирного проходження ґрунтується виключно на тому, в якій «манері» це проходження відбувається, та ніяк не залежить від типу судна або корабля [5, с. 42]. Цю ж позицію активно відстоюють також США, і вважають, що «всі судна, включаючи і військові кораблі, можуть користуватися правом мирного проходження незалежно від характеру вантажу, озброєння, виду двигуна, прапора, пункту відправлення та призначення. Визнання проходження як немирного має ґрунтуватися виключно на оцінці діяльності того чи іншого судна, а не на характері вантажу, який перевозиться, чи типу двигуна. Прибережні держави не мають ніяких повноважень вимагати повідомлення або ж отримання спеціального дозволу на мирне проходження з боку будь-яких суден, в тому числі й військових кораблів» [6].

З іншого боку, близько 40 держав вимагають або повідомлення, або дозвільного порядку щодо проходження іноземних військових кораблів через своє територіальне море. Наприклад, уряд КНР під час ратифікації Конвенції 1982 р. заявив про те, що положення, які стосуються мирного проходження через територіальне море, не ставлять під сумнів право прибережної держави запитувати у іноземної держави отримання дозволу або ж попереднього повідомлення щодо проходження своїх військових кораблів. Більш того, деякі країни (Данія, В'єтнам) ввели обмеження на максимальну кількість військових кораблів, які можуть бути присутніми в їхніх територіальних водах [5, с. 47].

У ст. 21 Конвенції 1982 р. закріплено, що прибережна держава може приймати закони і правила щодо мирного проходження через територіальне море, які стосуються наступних питань: безпеки судноплавства і регулювання руху суден; захисту навігаційних засобів та обладнання, а також інших споруд або установок; захисту кабелів і трубопроводів; збереженню живих ресурсів моря; запобігання порушенню рибальських законів і правил прибережної держави; збереження навколишнього середовища прибережної та запобігання, скорочення і збереження під контролем його забруднення; морських наукових досліджень та гідрографічних зйомок; запобігання порушення митних, фіскальних, імміграційних та санітарних законів і правил прибережної держави.

Прибережна держава має належним чином опубліковувати всі закони і правила щодо мирного проходження. Разом з тим згадані закони і правила не стосуються проектування, конструкції, комплектування екіпажу або обладнання іноземних суден, якщо тільки вони не вводять у дію загальноприйняті міжнародні норми і стандарти. На III Конференції ООН з морського права деякі учасники пропонували, щоб для регламентації цих питань до іноземних суден, які здійснюють мирне проходження, застосовувалися закони прибережної держави. Однак цю пропозицію було відхилено більшістю делегатів, які вважали, що такий підхід зашкодить міжнародному судноплавству і поставить під контроль прибережних держав вирішення питання технічної безпеки іноземних суден, що завжди підпадало під юрисдикцію держави прапора судна.

Прибережна держава не може перешкоджати мирному проходженню іноземних суден через територіальне море, за виключенням випадків, коли вона діє у відповідності до Конвенції 1982 р. Застосовуючи Конвенцію 1982 р. або будь-які національні закони і правила щодо мирного проходження, прибережна держава повинна не допускати висування будь-яких вимог до іноземних суден, які на практиці зводяться до позбавлення їх права мирного проходження або порушення цього права. Забороняється припускати дискримінацію ані за формою, ані за сутністю стосовно суден будь-якої держави або стосовно суден, що перевозять вантажі у будь-яку державу, або з неї або від її імені (п. 1 ст. 24 Конвенції 1982 р.).

Втім, прибережна держав у разі необхідності та з врахуванням безпеки судноплавства може вимагати від іноземних суден, що здійснюють право мирного проходження через її територіальне море, користуватися встановленими нею морськими коридорами і схемами поділу руху для регулювання проходження суден. Зокрема для танкерів, суден з ядерними двигунами і суден, що перевозять ядерні та інші небезпечні або отруйні речовини та матеріали, можуть бути встановлені вимоги щодо проходження такими коридорами. Прибережна держава, встановлюючи такі морські і схеми поділу руху суден має брати до уваги: рекомендації ІМО; будь-які шляхи, які звичайно використовуються для міжнародного судноплавства; особливі характеристики конкретних суден і шляхів; інтенсивність руху суден. Вона повинна ясно вказувати встановлені морські коридори і схеми поділу руху суден на морських картах, що належним чином опубліковуються (ст. 22). Іноземні судна з ядерними двигунами, а також судна, що перевозять ядерні та інші небезпечні або отруйні речовини, під час здійснення права мирного проходження через територіальне море повинні мати на борту документи і дотримуватися особливих заходів обережності, встановлених для таких суден міжнародними угодами [7, с. 262].

Прибережна держава має належним чином оголошувати про будь-яку відому їй небезпеку для судноплавства у її територіальному морі (п. 2 ст. 24). Ця проблема розглядалася Міжнародним Судом ООН у справі «Про протоку Корфу» (*United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland v. Albania*). Спір між Великою Британією і Албанією був викликаний інцидентом, що відбувся 22 жовтня 1946 р., коли два британських

есмінця підірвалися на мінах у протоці Корфу в албанських територіальних водах. Вибухи спричинили шкоду військовим кораблям та призвели до загибелі 45 членів екіпажу, отримали поранення 42 офіцера та матроса. Міжнародний Суд ООН в рішенні від 9 квітня 1949 р. встановив, що Албанія не повідомила військовим кораблям Великої Британії, «як це вимагає міжнародне право, про існування мінного поля» у албанських територіальних водах та «не здійснила жодних заходів щодо проведення юридичного розслідування, яке вона мала провести у даному випадку». Суд зазначив, що така позиція Албанії свідчить про те, що «албанський уряд, знаючи про установку мін, намагався зберегти у таємниці обставини, в яких її було здійснено». Виходячи з аналізу матеріалів справи, Суд визначив, що Албанія «мала повідомити суднам, і особливо попередити судна, що проходили протокою 22 жовтня, про небезпеку, на яку вони наражаються». Проте Албанія, як ухвалив Суд, «нічого не зробила для попередження цієї катастрофи, і ці тяжкі упущення тягнуть за собою її міжнародну відповідальність» [8].

Одночасно Конвенція 1982 р. встановлює права захисту прибережної держави (ст. 25). Прибережна держава може приймати в своєму територіальному морі заходи, необхідні для недопущення проходження, що не є мирним. Такі заходи можуть бути неоднаковими щодо торговельних суден і державних суден, що експлуатуються в некомерційних цілях [7, с. 263]. Окрім того, вона може без дискримінації по формі або по суті між іноземними суднами тимчасово зупиняти в певних районах свого територіального моря здійснення права мирного проходження іноземних суден, якщо таке зупинення суттєво важливе для охорони безпеки прибережної держави, включаючи проведення навчань із використанням зброї. Таке зупинення набуває чинності тільки після належного його оприлюднення прибережною державою (п. 3 ст. 25). Конвенція 1982 р. встановлює підстави для кримінальної та цивільної юрисдикції прибережної держави на борту іноземного невійськового судна під час мирного проходження в її територіальному морі.

За здійснення мирного проходження через територіальне море іноземні судна не можуть обкладатися жодними зборами. Збори можуть стягуватися без дискримінації і лише за надання конкретних послуг, що надані судну у територіальному морі (наприклад, лоцманська проведення, морське буксирування, криголамне проведення).

В територіальному морі підводні човни та інші підводні транспортні засоби повинні йти по поверхні та піднімати свій прапор. Виходячи з імунітету військових кораблів [9] та інших державних суден, що експлуатуються в некомерційних цілях, до них не може застосовуватися юрисдикція прибережної держави під час здійснення ними права мирного проходження у територіальному морі (ст. 32). Конвенція 1982 р. закріплює лише право прибережної держави вимагати від військового корабля негайно залишити її територіальне море, якщо військовий корабель не дотримується законів і правил прибережної держави щодо проходження через територіальне море та ігнорує звернену до нього вимогу про необхідність дотримання цих правил. Разом з тим, держава прапора несе міжнародну відповідальність за будь-яку шкоду або збитки, спричинені прибережній державі в результаті недотримання військовим кораблем (державним судном, що експлуатується у некомерційних цілях) законів і правил прибережної держави щодо проходження через територіальне море, положень Конвенції 1982 р. або інших норм міжнародного права [10].

Висновки. Інститут мирного проходження суден в територіальному морі не обмежує суверенітет прибережної держави, а навпаки, встановлює певні «умови-вимоги» для іноземних суден, що здійснюють мирне проходження поблизу її узбережжя. Конвенція 1982 р. захищає життєві інтереси прибережних держав, конкретизує правове положення іноземних суден в їхньому територіальному морі та орієнтує компетентні органи прибережних держав щодо запобігання вказаних «немирних» видів діяльності з боку іноземних суден. Окрім того, досягненням Конвенції 1982 р. є уточнення змісту законів і правил, які прибережна держава вправі приймати для регламентації мирного проходження через територіальне море. Важливо, в інтересах безпеки прибережної держави, чітко відмежовувати мирне проходження військових кораблів у територіальному морі з міжнародними морськими шляхами та у відповідних районах моря, що не використовуються для міжнародного судноплавства.

Література

1. Конвенция ООН по морскому праву 1982 г. // Морское право: Офиц. текст Конвенции по морскому праву с прил. и пред. указ. – Нью-Йорк, 1984 –316 с.
2. Мировой океан и морское право. Доклад Генерального секретаря. – A/58/65 [Электронный ресурс]: Официальный сайт ООН. URL: https://digitallibrary.un.org/record/505862/files/A_58_65_Add.1-RU.pdf
3. **Tanaka Yoshifumi.** The International Law of the Sea. – N.-Y.: Cambridge University Press, 2012. – P. 85.
4. Очерки международного морского права / Корецкий В.М., Колодкин А.Л., Николаев А.Н. и др. – М.: Госюриздат, 1962. – С. 41.
5. **Гудев П.А.** Конвенция ООН по морскому праву: проблемы трансформации режима. – М.: ИМЭМО РАН, 2014. – 201 с.
6. Senate Executive Report, 110th Congress, 1st Session, Exec. Rpt. 110-9 (December 19, 2007). – P. 12-13,: Office of General Counsel National Oceanic and Atmospheric Administration, URL: http://www.gc.noaa.gov/documents/UNCLOS-Sen-Exec-Rpt-110-9.pdf

7. **Динь Н. К., Дайе П., Пелле А.** Международное публичное право: Т. 2 / Пер. с фр. – К.: Сфера, 2000. – С. 261-266.
8. Corfu Channel case. International Court of Justice. Reports 1949. URL: https://www.icj-cij.org/files/case-related/1/001-19490409-JUD-01-00-EN.pdf
9. **Дмитриченко І.В.** Військовий корабель / І.В. Дмитриченко// Енциклопедія міжнародного права: у 3 т. / редкол.: Ю.С. Шемшученко, В.Н. Денисов (співголови) та ін.; Інститут держави і права ім. В.М. Корецького НАН України. – Т.1. А–Д. – К.: Академперіодіка, 2014. – С. 506-508.
10. **Churchill R. R., Lowe A.V.** The Law of the Sea. 3rd edition – Manchester University Press, 1999. – 544 p.

УДК 340

INTERNATIONAL SALE CONTRACT: KEY CLAUSES

Lomzhets Yuliia, Candidate of Political Sciences, PhD, Head of the Department of Maritime and Commercial Law
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
ylomzhets@gmail.com

Business tends to be more international than ever. Commerce crosses borders not only within the European Union which guarantees free movement of goods and services but often enough involves interacting with parties outside the European Union and vice versa.

The International Sale Contract is the most used among those governing trade relations between companies in different countries. This agreement sets out the rights and obligations of the parties (exporter-seller and importer-buyers) and the remedies for breach.

By definition, International Sales of Goods Contracts imply that the sellers and buyers are located in different countries. This presents and obvious potential for confusion, as most commercial law is country specific, reflecting national trade practices, values and public policy.

This contract is greatly influenced by the United Convention on Contracts for the International Sale of Goods (CISG), widely accepted by lawyers of different traditions and backgrounds. It articulates practical requirements arising from commercial practice with the general rules of CISG. Besides CISG, other sources of uniform contract law used in drafting this contract are the following: Uniform Law on the International Sale of Goods (ULIS), UNIDROIT Principles of International Commercial Contracts and the Principles of European Contract Law.

Multinational companies usually have their own specific international sale contracts as well as General Conditions of Sale and Purchase. On the contrary, small and medium size companies tend to use general forms or model contracts templates and for that reason it is important to negotiate and draft the most important clauses.

Below, we select and describe the 10 key clauses of an international sales contract:

1. Description of goods.

This clause is one of the central clauses in a sale contract. The contract goods should be specified at least to the degree that they can be identified. Naturally, greater precision describing them reduces the potential for misunderstanding. If the product is very complex (for example, machinery), a detailed description can be made in an annex of the contract.

As a general rule, the buyer will prefer more precise and detailed descriptions than the seller. If the goods are not described precisely enough, the buyer may have no recourse should the seller deliver goods which technically meet the contract description but are unsatisfactory for the buyer´s commercial purposes. On the other hand, exporters would like to define the goods precisely when they are sure of delivering exactly those goods. In other commercial situations, however, it may be practical to foresee and permit slight deviations from the contract description; for example, in statements of colors or dimensions, are not necessary to precisely identify the goods, and they should not be included in the product´s description.

2. Contract price.

Depending on the nature of the product and the degree of precision that can be applied to quantity and delivery, the price may or may not expressed in fixed terms. In situations where the price depends on other factors, all such factors and their relationship to the price should be clearly recited so as to leave no doubt. Any applicable currency should be specified.

It is often useful to separately itemize the price charged for the goods and the price of any seller supplied non product services such as insurance and freight. There are two reasons for this. First, doing so reinforces the chosen delivery term (Incoterms) by clearly indicating what is and is not indicated in the total selling price; second, countries differ in their treatment on non-product charges for ad valorem duty valuation purposes.

3. Delivery Terms.

It is advisable to use Incoterms 2010 published by the International Chamber of Commerce as "delivery terms" or "shipping terms". Incoterms rules allocate the following between seller and buyer:

- International transport and administrative costs.
- The point of transfer and risk of the goods.
- Responsability for customs and payment of import duties
- Responsability for obtaining insurance coverage.

When using Incoterms, it is necessary to describe precisely the place and within that place the exact point of delivery. Additional specifications may also be necessary to specify such as the amount of the extent of insurance coverage and any necessary limitations on suitable transport. Further information about the use of Incoterms can be founded in The Practical Guide to Incoterms.

4. Time of delivery.

In the contract, the parties should indicate a specific date for delivery (e.g., october 24, 2018) or a period (e.g, november 2018).

5. Payment conditions.

The contract should permit the use of all international payment modes, including at least: payment in advance, open account, documentary collection and documentary credit (also known as letter of credit).

6. Documents.

Exporters are well advising to be meticulous in their management of export documentation, especially when the payment method is letter of credit. The parties should include a clause with a list of documents most commonly required for seller in international sales contracts.

7. Inspection of goods by the buyer.

The parties should indicate whether they agree to inspection "before shipment" (also known as pre-shipment inspection or PSI); the parties may indicate the place of inspection as well as other details such as inspection company. The inspection requires the seller to notify the buyer of the availability of the goods for inspection.

8. Force Majeure.

It is common for international trade contracts to be made subject to force majeure or "hardship" clauses that excuse the parties from performance when their failure is due to impediments beyond their control or which were reasonably unforeseeable such as the outbreak of a war, earthquake or hurricane.

9. Resolution of Disputes.

The parties should have the alternative between arbitration and litigation. In the event the parties opt for arbitration should specify the place of arbitration and the language. If the parties opt for litigation as the required mode of dispute resolution, the parties should designate the national or municipal courts in which lawsuits are be filed.

10. Applicable Law.

Sellers and buyers are generally free to decide upon the body of law that applies to their international sales contracts. Choice of law can present a sticky negotiation point, since each party is normally familiar with and thereby biased towards its own national law. As the name implies, The United Nations developed its Convention on Contracts for the International sale of Gods (CISG) to cover these situations. The CISG automatically applies whenever both seller and buyer are domiciled in countries that have adopted the Convention. Should such parties prefer to use another body of law, they may do so by specifying this in the sales contract.

Literature

1. Bradford Stone. Contracts for the International Sale of Goods: The Convention and the Code// Michigan State International Law Review [electronic resource] – Regime to access: https://digitalcommons.law.msu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1178&context=ilr
2. International Contract for Sale of Goods: 10 Key Clauses // Global Negotiator Blog [electronic resource] – Regime to access: https://www.globalnegotiator.com/blog_en/international-sales-of-goods-contract-exemple/
3. International Sales and Services Contracts [electronic resource] – Regime to access: https://www.slideshare.net/NicoJansen/international-sales-and-services-contracts
4. Key Clauses in the International Sale Contract // International Contracts Staff [electronic resource] – Regime to access: http://www.internationalcontracts.net/contract/blog/142-key-clauses-in-the-international-sale-contract

УДК 347.79:343.13

КАПІТАН СУДНА ЯК СУБ'ЄКТ КРИМІНАЛЬНОГО ПРОВАДЖЕННЯ

Сікорський Олександр Петрович,
канд. юрид. наук, доцент кафедри адміністративного та конституційного права,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Україна, проголосивши незалежність в 1991 році, розпочала власний шлях державотворення і формування своєї правової системи. Головним і найважливішим орієнтиром в даному державно-правовому розвитку нашої країни, як демократичної, правової та соціальної держави, став процес побудови громадянського суспільства, де людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю [1, ст. 3].

Яскравим проявом дотримання Україною вибраного курсу та додержання своїх зобов'язань є являється нормативне-правове врегулювання і закріплення порядку здійснення кримінального провадження на повітряному, морському чи річковому судні, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні. Оскільки, питання дотримання правопорядку та притягнення правопорушників до кримінальної відповідальності стосовно осіб, які перебувають за межами України, мають надзвичайно важливе, не лише теоретичне, а і практичне значення.

На сьогодні, порядок здійснення кримінального провадження за межами України, врегульований положеннями статей глави 41 Кримінального процесуального кодексу України (далі – КПК) [2]. Важлива роль в даному аспекті відводиться повноваженням капітану судна, як службовій особі, уповноваженій на вчинення процесуальних дій у кримінальному провадженні. Зокрема, за капітаном, відповідно до Кодексу торговельного мореплавства України (в подальшому – КТМ), закріплений особливий правовий статус, який наділяє останнього функцією кримінального переслідування. Так, у разі вчинення кримінального правопорушення на повітряному, морському чи річковому судні, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні, капітан судна України має право вчиняти процесуальні дії та здійснювати законне затримання особи в порядку і на строк відповідно до КПК України [3, ст. 67].

Водночас, більш детально повноваження капітана як учасника кримінального провадження закріплено в Інструкції про порядок проведення процесуальних дій під час кримінального провадження на морському чи річковому судні України, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні (далі – Інструкція) [4].

В даній Інструкції закріпленні основні процесуальні права і обов'язки капітана як суб'єкта кримінального провадження. Так, капітан судна зобов'язаний невідкладно прийняти заяву, повідомлення про кримінальне правопорушення.

Капітан судна (уповноважена особа), який прийняв заяву від потерпілого, відповідно до частини 2 статті 55 КПК України під розпис вручає йому пам'ятку про процесуальні права та обов'язки потерпілого, які передбачені статтями 56 та 57 КПК України.

Якщо капітан судна самостійно виявив кримінальне правопорушення на судні, він складає відповідний рапорт. Потім, капітан судна, при першій можливості, забезпечує внесення до Єдиного реєстру досудових розслідувань відомостей про кримінальне правопорушення, що було скоєно на морському судні.

В свою чергу, досудове розслідування розпочинається негайно після реєстрації заяв і повідомлень або рапорту про кримінальні правопорушення.

Для забезпечення кримінального провадження відповідно до п. 1 ч. 2 ст. 520 КПК України капітаном судна можуть бути застосовані наступні заходи забезпечення кримінального провадження (без ухвали суду): тимчасове вилучення майна та законне затримання особи.

З метою забезпечення швидкого, повного та неупередженого розслідування кримінального правопорушення в порядку, передбаченому КПК України, капітан судна, проводить наступні слідчі (розшукові) дії: огляд місця вчинення кримінального правопорушення; обшук житла чи іншого володіння особи (без ухвали суду); особистий обшук (без ухвали суду).

Розглянемо їх більш детально. Так**,** з метою виявлення та фіксації відомостей щодо обставин вчинення кримінального правопорушення, капітан судна проводить на судні огляд місця вчинення кримінального правопорушення, про що складає відповідний протокол. За необхідності огляд проводиться негайно після отримання заяви, повідомлення, самостійного виявлення або виявлення з іншого джерела такого правопорушення. При проведенні огляду повинні дотримуватися вимоги, передбачені статтею 237 КПК України, а також вимоги щодо підстав та порядку тимчасового вилучення майна, передбачені статтями 167 та 168 КПК України. Огляд житла чи іншого володіння особи здійснюється згідно з правилами КПК України, передбаченими для обшуку житла чи іншого володіння особи.

Про проведення огляду місця вчинення кримінального правопорушення капітаном судна складається відповідний протокол.

Огляд трупа капітаном судна (уповноваженою особою) проводиться з додержанням загальних правил, що стосуються проведення огляду та з урахуванням особливостей, передбачених статтею 238 КПК України. Про проведення цієї слідчої дії складається відповідний протокол

За наявності на судні лікаря та можливості його участі в проведенні слідчої дії, огляд трупа проводиться за обов'язкової участі лікаря.

Капітан судна (уповноважена особа) після огляду трупа зобов'язаний вжити заходів до його зберігання. У разі необхідності, зумовленої тривалістю плавання, капітан судна (уповноважена особа) мають право звернутися до найближчого дипломатичного представництва чи консульської установи України для надання допомоги в організації перевезення трупа до України для проведення судово-медичної експертизи з метою встановлення причин смерті.

Капітан судна згідно з КПК України має право проводити обшук на судні без ухвали суду, з метою виявлення та фіксації відомостей про обставини вчинення кримінального правопорушення, відшукання знаряддя кримінального правопорушення або майна, яке було здобуте в результаті його вчинення, а також встановлення місцезнаходження розшукуваних осіб.

Під час проведення обшуку капітан судна (уповноважена особа) має права осіб, які проводять обшук, та зобов'язаний дотримуватися вимог, передбачених статтями 234 та 236 КПК України.

Про проведення обшуку капітан судна складає відповідний протокол.

Предмети, які вилучені законом з обігу, підлягають вилученню під час обшуку незалежно від їх відношення до кримінального провадження. Вилучені речі та документи, які не належать до предметів, що вилучені законом з обігу, вважаються тимчасово вилученим майном та повинні зберігатись в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Окрім обшуку, капітан судна згідно з КПК України має право проводити особистий обшук на судні без ухвали суду. Зокрема, особистий обшук проводиться капітаном судна з дотриманням правил, передбачених ч. 7 ст. 223 та ст.. 236 КПК України. Обшук особи повинен бути здійснений особами тієї ж статі. Тут же слід зазначити, що існують деякі особливості проведення особистий обшуку народного депутата України та співробітника кадрового складу розвідувального органу України при виконанні ним своїх службових обов'язків.

Всі процесуальні дії під час кримінального провадження, які проводяться капітаном судна, докладно описуються у відповідних процесуальних документах (протоколах), а також фіксуються за допомогою технічних засобів фіксування кримінального провадження, крім випадків, коли таке фіксування неможливе з технічних причин.

Протокол процесуальної дії складається капітаном судна під час її проведення або безпосередньо після її закінчення. У випадку фіксування процесуальної дії під час досудового розслідування за допомогою технічних засобів про це зазначається у протоколі. Рішення про фіксацію процесуальної дії за допомогою технічних засобів під час досудового розслідування приймає особа, яка проводить відповідну процесуальну дію. За клопотанням учасників процесуальної дії застосування технічних засобів фіксування є обов'язковим.

В свою чергу, капітан судна несе відповідальність за своєчасність та повноту направлення зібраних матеріалів та затриманої особи відповідним правоохоронним органам України. Також, зібрані матеріали процесуальних дій мають бути прошиті, аркуші пронумеровані та складено реєстр процесуальних документів і вилучених речей і документів, який додається до матеріалів [4].

Отже, враховуючи вище сказане, можна зробити висновок, що порядок здійснення кримінального провадження на морському судні, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні врегульовано на належному законодавчому рівні.

Література:

1. Конституція України [електронний ресурс]: Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу:http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80

2. Кримінальний процесуальний кодекс України [електронний ресурс]: закон України № 4651-VI від 13.04.2012 р. // Веб-сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4651-17.

3. Кодекс торговельного мореплавства України [електронний ресурс]: закон України № 176/95-ВР від 23.05.1995 р. // Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/176/95-%D0%B2%D1%80/paran376#n376.

4. Інструкція про порядок проведення процесуальних дій під час кримінального провадження на морському чи річковому судні України, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні [електронний ресурс]: наказ Генерального прокурора України № 112 від 14 листопада 2012 р. Веб-сайт Генеральної прокуратури України. — Режим доступу: http://www.gp.gov.ua/ua/nla.html.

УДК 349.2

ДО ПИТАННЯ ПРО ПОРЯДОК УКЛАДЕННЯ ТРУДОВОГО ДОГОВОРУ З РОБОТОДАВЦЕМ ФІЗИЧНОЮ ОСОБОЮ

Джулай Г. Г., *старший викладач кафедри теорії та історії держави і права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв),*
djulai123@gmail.com

Ст. 43 Конституції України закріплює право кожного на працю [2].

Право громадян України на працю, тобто на одержання роботи з оплатою праці не нижче від встановленого мінімального розміру, включаючи право на вільний вибір професії, роду занять, роботи, забезпечується державою. Працівники реалізують право на працю через укладання трудового договору про роботу на підприємстві, в установі, організації або з фізичною особою, а також у інших формах визначених законодавством України [1].

Трудові відносини з працівником регулюються Кодексом законів про працю України (далі – КЗпП України). Відповідно до статті 21 КЗпП України трудовий договір є угода між працівником і власником підприємства, установи, організації або уповноваженим ним органом чи фізичною особою, за якою працівник зобов'язується виконувати роботу, визначену цією угодою, з підляганням внутрішньому трудовому розпорядкові, а власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган чи фізична особа зобов'язується виплачувати працівникові заробітну плату і забезпечувати умови праці, необхідні для виконання роботи, передбачені законодавством про працю, колективним договором і угодою сторін. [3].

Особливістю трудового договору з фізичною особою – роботодавцем є те, що наймачем – роботодавцем тут є фізична особа. При цьому вона може бути як підприємцем без створення юридичної особи, так і окремим громадянином, що не займається підприємницькою діяльністю.

При прийнятті на роботу необхідно дотримуватись вимог трудового законодавства.

28.12.2014 р. Верховною Радою України було прийнято Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо реформування загальнообов'язкового державного соціального страхування та легалізації фонду оплати праці» № 77 – VIII (далі – закон), який набрав чинності з 01.01.2015 р. Зазначеним Законом внесено ряд змін, що стосуються процедури прийому працівників на роботу та укладання з ними трудового договору, в тому числі з роботодавцями – фізичними особами [4].

Аналізуючи інновації в порядку укладення трудового договору з роботодавцем-фізичною особою, слід, звернути увагу на те, що з 01.01.2015 р. зазначеним Законом скасовано вимогу про обов'язкову реєстрацію трудового договору між працівником і роботодавцем – фізичною особою у державній службі занятості.

Попередня редакція статті 24 Кодексу законів про працю передбачала, що укладання трудового договору оформлялося наказом чи розпорядженням власника чи уповноваженого ним органу. Крім того, трудовий договір вважався укладеним тоді, коли працівника було фактично допущено до роботу, але наказу чи розпорядження не було видано.

Також редакція ст. 24 КЗпП, яка діяла до 01.01.2015 р., передбачала обов'язок реєстрації трудового договору між працівником і фізичною особою у державній службі занятості.

У новій редакції ст. 24 КЗпП письмова форма трудового договору, яка є обов'язковою при укладанні трудового договору з фізичною особою, також виступає необхідною умовою для допуску працівника до роботи [3].

Разом із тим, хоча законодавством і скасовано вимогу про реєстрацію трудового договору у державній службі занятості, однак запроваджено обов'язок повідомлення роботодавцем відповідний орган виконавчої влади з питань забезпечення формування та реалізації державної політики з адміністрування єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування за основним місцем свого обліку про прийняття працівника на роботу. Таке повідомлення здійснюється у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Такий порядок повідомлення органів фіскальної служби про прийняття працівника на роботу було визначено у постанові Кабінету Міністрів України від 17.06.2015 р. № 413 «Про порядок повідомлення Державній фіскальній службі та її територіальним органам про прийняття працівника на роботу», яка набрала чинності 03.07.2015 р. Постановою затверджено форму повідомлення про прийняття працівника на роботу та передбачено, що воно подається власником підприємства, установи, організації або уповноваженим ним органом (особою) або фізичною особою до територіальних органів ДФС за місцем обліку їх, як платника єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування. [5].

Повідомлення подається до початку роботи працівника за укладеним трудовим договором передбаченими способами.

Після отримання повідомлення територіальними органами Державної фіскальної служби України про прийняття працівника на роботу інформація, що міститься у повідомлені, вноситься до реєстру страхувальників та реєстру застрахованих осіб.

Отже, до того, як працівник почне виконувати свої трудові обов'язки та буде допущений до роботи, необхідно укласти трудовий договір із працівником, видати наказ чи розпорядження про прийняття на роботу, оскільки його реквізити необхідно вказати при заповненні форми повідомлення про прийняття на роботу, а також повідомити територіальні органи державної фіскальної служби про прийняття працівника на роботу за спеціальною формою.

Зміст такого трудового договору затверджено наказом Міністерства праці та соціальної політики від 8 червня 2001 року № 260 [6]. Зокрема, в ньому повинні бути зазначені певні реквізити сторін трудового договору, терміни його чинності, характеристики робіт, які має виконувати працівник, із зазначенням професії та кваліфікації працівника відповідно до вимог тарифно-кваліфікаційних довідників, рівня норм чи нормативних завдань із посиленням на їх розробників, рівень заробітної плати та інші умови праці. Визначаючи конкретні умови договору, сторони зобов'язані керуватись чинним законодавством, оскільки умови, що погіршують становище працівника порівняно із законодавством України про працю, є недійсними [1].

Підсумовуючи, слід зазначити, що держава контролює організацію та умови найманої праці. Юридичні гарантії права на працю містяться у чинному законодавстві. Але на жаль в нашій країні існує багато проблем щодо правового регулювання цих суспільних відносин. На практиці багато недоліків виникає із-за недостатньої правової культури громадян і застарілого законодавства.

Література:

1. **Бойко М. Д.** Трудове право України : Навчальний посібник. – 3-тє вид., переробл. та допов. – К. : Атіка, 2010. – 316 с.
2. Конституція України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80
3. Кодекс законів про працю України від 10.12.1971 № 322-VIII // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08
4. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо реформування загальнообов'язкового державного соціального страхування та легалізації фонду оплати праці : Закон України від 28.12.2014 р. № 77-VIII II Відомості Верховної Ради України. – 2015.– № 11. – Ст. 75.
5. Про порядок повідомлення Державної фіскальної служби та її територіальних органів про прийняття працівника на роботу : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.06.2015 р. № 413 // Офіційний вісник України. - 2015. - № 50.-Ст . 1612.
6. Наказ Міністерства праці та соціальної політики України «Про затвердження Форми трудового договору між працівником і фізичною особою, яка використовує найману працю, та Порядку реєстрації трудового договору між працівником і фізичною особою, яка використовує найману працю» від 08.06.2001 № 260 // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0554-01

УДК 347

НОВЕЛИ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ЩОДО АРЕШТУ МОРСЬКИХ СУДЕН

***Сандюк Ганна Олександрівна**, канд. юрид. наук, доцент кафедри морського та господарського права, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, ganna.sandiuk@nuos.edu.ua*

***Панченко Сергій Володимирович**, адвокат, керуючий партнер Адвокатського бюро «Панченко та партнери», м. Миколаїв, lexcompany@ukr.net*

Багато років питання арешту судна в Україні регулювались виключно національним законодавством, причому воно було недостатньо розроблене. Арешт суден здійснювався відповідно до Господарського процесуального (далі – ГПК України) та Цивільного процесуального кодексів України (далі – ЦПК України). Причому до 2011 року там не було передбачено окремо інституту арешту суден за морськими вимогами. В той час, як Кодекс торговельного мореплавства України 1995 року (далі – КТМ України) вже з самого початку свого існування містив норми про арешт судна за морськими вимогами [див. 3]. Застосувати їх, однак, було проблематично без належних статей у ЦПК та ГПК України. У період існування такої колізії у законодавстві нашої країни в тих випадках, коли необхідно було арештувати судно, використовували інститути арешту майна як захід забезпечення позову (а це потребує подання позову; в той час, як арешт за морськими

вимогами може бути і без цього), або арешт як запобіжний захід (у господарському процесі), або арешт майна в рамках виконавчого провадження.

У світі одночасно існує два міжнародно-правових режими щодо арешту морських суден. Перший – відповідно до Міжнародної конвенції з уніфікації деяких правил щодо накладення арешту на морські судна 1952 року (далі – Конвенція 1952 року), а другий – за Конвенцією про арешт суден 1999 року.

Визначальним моментом було приєднання в 2011 році України до Конвенції 1952 року, яка набула чинності для нашої держави 16 травня 2012 року.

Стаття 1 Конвенції 1952 року встановлює, що «морська вимога» означає вимогу, що виникає на підставі одного чи більше із зазначених нижче пунктів: a) збитку, завданого будь-яким судном у результаті зіткнення або в інший спосіб; b) загибелі людей або тілесного ушкодження, що заподіяні будь-яким судном або пов'язані з його експлуатацією; c) рятування судна або вантажу; d) договору, що стосується використання або здачі будь-якого судна в наймання за договором про фрахтування або інакше; e) договору, що стосується перевезення вантажів будь-яким судном за договором про фрахтування або інакше; f) втрати вантажу або шкоди, завданої вантажу, в тому числі багажу, який перевозиться будь-яким судном; g) загальної аварії; h) морської позики; i) буксирування; j) лоцманства; k) поставок товарів або матеріалів, що здійснюються для судна з метою його експлуатації або технічного обслуговування, незалежно від того, де ці поставки здійснюються; l) будування, ремонту або спорядження судна чи докових зборів; m) заробітної плати капітанів, офіцерів чи екіпажу; n) витрат капітана, у тому числі витрат вантажовідправників, фрахтувальників чи агентів, що здійснені за дорученням судна або його власника; o) спорів, що стосуються права власності на морське судно; p) спорів між співвласниками будь-якого судна стосовно права власності на це судно, його експлуатації або доходів від його експлуатації; q) іпотеки або морської застави будь-якого судна. [1]

«Арешт» за Конвенцією 1952 року означає затримання судна за ухвалою суду для забезпечення морської вимоги, але не включає конфіскацію судна на виконання судового рішення. [1]

З 15 грудня 2017 року в Україні змінилися правила арешту морських суден. Зміни обумовлені набуттям чинності нової редакції Господарського процесуального кодексу України (далі – ГПК України) та Цивільного процесуального кодексу України (далі - ЦПК України), які суттєво змінили правила розгляду справ.

Істотні зміни відбулись щодо підсудності розгляду справ (заяв) про арешт судна. В попередній редакції Кодексів було передбачено, що арешт суден здійснюється лише за місцезнаходженням морського порту України, в якому перебуває судно, або порту реєстрації (в ч.2 ст.16 ГПК [2] та в ч.4 ст.114 ЦПК України в редакції до 15.12.2017 [4]). Поточні редакції Кодексів розширили підсудність спорів про арешт судна для забезпечення морської вимоги – додатково передбачена можливість розгляду заяви про арешт судна судом України у порту, до якого прямує судно, незалежно від того, чи має такий суд юрисдикцію щодо розгляду по суті справи щодо морської вимоги, яка є підставою для арешту. Це забезпечує практичну можливість особи звертатися із заявою про арешт судна за морською вимогою до українського суду у тому разі, коли відповідний спір підсудний іноземному суду чи міжнародному арбітражу.

Змінилися строки подачі позову по суті: збільшились від 5 днів до 30. Так, відповідно до ч.4 ст. 152 ЦПК України у разі подання заяви про арешт морського судна заявник повинен пред'явити позов протягом тридцяти днів з дня постановлення ухвали про забезпечення позову. Це, звичайно, полегшує роботу заявнику морських вимог та збільшує витрати відповідача, пов'язані з простоєм судна. Таким чином, тиск на судновласника підсилюється, що повинно стимулювати його до скорішого погашення боргу або надання іншого забезпечення.

Передбачені норми щодо зустрічного забезпечення. Зокрема, ч.1 ст. 141 ГПК та ч.1 ст. 154 ЦПК України встановлюють, що суд може вимагати від особи, яка звернулася із заявою про забезпечення позову, забезпечити відшкодування можливих збитків відповідача, які можуть бути спричинені забезпеченням позову (зустрічне забезпечення).

Зустрічне забезпечення, як правило, здійснюється шляхом внесення на депозитний рахунок суду грошових коштів в розмірі, визначеному судом. Якщо позивач з поважних причин не має можливості внести відповідну суму, зустрічне забезпечення також може бути здійснене шляхом: 1) надання гарантії банку, поруки або іншого фінансового забезпечення на визначену судом суму та від погодженої судом особи, щодо фінансової спроможності якої суд не має сумнівів; 2) вчинення інших визначених судом дій для усунення потенційних збитків та інших ризиків відповідача, пов'язаних із забезпеченням позову.

Розмір зустрічного забезпечення визначається судом з урахуванням обставин справи. Заходи зустрічного забезпечення позову мають бути співмірними із заходами забезпечення позову, застосованими судом, та розміром збитків, яких може зазнати відповідач у зв'язку із забезпеченням позову.

Однією з проблем, які існували раніше, був арешт судна за невеликими вимогами, що не досягали 30 тис. доларів США. Інколи суди відмовляли в арешті, обґрунтовуючи тим, що розмір вимоги є неспівмірним зі способом забезпечення, а саме з можливими збитками, пов'язаними з простоєм судна. [5]

ГПК України в редакції від 15.12.2017 у ч.4 ст. 137 містить норму про те, що заходи забезпечення позову, *крім арешту морського судна*, що здійснюється для забезпечення морської вимоги, мають бути

співмірними із заявленими позивачем вимогами. Таким чином, сума морської вимоги може бути істотно меншою вартості судна, яке арештовується.

ЦПК України аналогічної норми не містить. У зв'язку з цим можна дійти висновку, що можна очікувати від суддів загальних судів відмов в арешті суден за морськими вимогами у зв'язку з невиплатою заробітної плати членам екіпажу.

Поки що судова практика щодо арешту суден за новими редакція ГПК та ЦПК України лише напрацьовується. Такі справи ніколи не були численними у масштабах України, однак, вони характерні як раз для нашого південного регіону держави.

Висновки. Таким чином, на сьогоднішній день продовжується процес імплементації норм Міжнародної конвенції з уніфікації деяких правил щодо накладення арешту на морські судна 1952 року в українське національне законодавство. Цей процес не пройшов одномоментно. Практика напрацьовується поступово, і з урахуванням неї вносяться зміни до законодавства. Чергові зміни щодо арешту суден відбулись у Цивільному процесуальному та Господарському процесуальному кодексах України. Зокрема, мова йде про їх редакції, які набули чинності 15 грудня 2017 року. В результаті відбулись зміни у підсудності справ (заяв) про арешт суден – передбачена можливість подання позову (заяви) за місцем знаходження порту, до якого слідує судно, незалежно від того, чи має такий суд юрисдикцію щодо розгляду по суті справи щодо морської вимоги, яка є підставою для арешту; збільшився строк подачі позову після подання заяви про арешт судна з 5 до 30 днів; в нормі щодо співмірності позову вартості майна, на яке накладається арешт, було зроблено виключення щодо арешту морського судна тощо.

Література:

1. Міжнародна конвенція з уніфікації деяких правил щодо накладення арешту на морські судна 1952 року URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/995_g89
2. Господарський процесуальний кодекс України URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1798-12#n2496
3. Кодекс торговельного мореплавства України URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176/95-%D0%B2%D1%80
4. Цивільний процесуальний кодекс України URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#n7087
5. **Христич Д.** За новими правилами. В Україні змінилися правила арешту морських суден. Що нового? // Юридична газета online. 21 лютого 2018 URL: http://yur-gazeta.com/publications/practice/transportne-pravo/za-novimi-pravilami-v-ukrayini-zminilisya-pravila-areshtu-morskih-suden-shcho-novogo.html

УДК 346

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМУ ПОРТІВ В УКРАЇНІ ТА ЄС

Максимчук Марина Юріївна, студентка магістратури за спеціальністю 081 «Право», група 6511-м,
Ломакіна Олена Анатоліївна, доцент, канд. юрид. наук, доцент кафедри морського та господарського права,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Від ефективності функціонування морських портів, рівня їх технологічного та технічного оснащення, відповідності системи управління та розвитку інфраструктури сучасним міжнародним вимогам залежить конкурентоспроможність вітчизняного транспортного комплексу на світовому ринку.

Важливим кроком у правовому регулюванні портової діяльності стало прийняття Закону України «Про морські порти України» від 17.05.2012 року, який закріпив ряд прогресивних та необхідних норм, які потребували правового регулювання досить тривалий період. Закон визначає: правовий статус адміністрації морських портів України, акваторії морського порту, внутрішнього підхідного каналу, гідротехнічних споруд, суднoплавного каналу, морського терміналу, об'єктів портової інфраструктури, портового оператора, рейда тощо [3].

Згідно із законом, «морський порт» - це визначені межами територія та акваторія, обладнані для обслуговування суден і пасажирів, проведення вантажних, транспортних та експедиційних робіт,а також інших пов'язаних з цим видів господарської діяльності.

На думку деяких вчених морський порт є також суб'єктом портової діяльності поряд з іншими суб'єктами господарювання, які здійснюють таку діяльність (наприклад, портовий оператор) [4, 52] .

Територією морського порту є відведені порту землі. До території морського порту також належать намиті, насипані або створені із застосуванням інших гідротехнічних технологій площі, створені за рахунок порту і за користування якими не стягується плата [5, 43].

Правовий режим морських портів в основному регулюється нормами національного права. В Україні правовий режим портів установлений розділом IV «Морський порт» Кодексу торгового мореплавства України

(КТМ). У відповідності зі статтею 73 КТМ морський порт є державним транспортним підприємством, призначеним для обслуговування суден, пасажирів і вантажів на відведених порту території й акваторії, а також перевезення вантажів і пасажирів на приналежних порту суднах. В Україні порти бувають торгові, рибні і спеціалізовані.

Прибережна держава може встановлювати стосовно іноземних суден такі види правового режиму: а) національний режим (такий же, який дається своїм суднам); б) режим найбільшого сприяння (надання умов не гірших, ніж ті, якими користуються судна будь-якої третьої держави); в) спеціальний режим (наприклад, для суден із ядерними силовими установками, що перевозять отрутні, хімічні й інші матеріали).

В Європейському Союзі відсутнє спеціальне законодавство, яке б регулювало портовий сектор, тому в якості нормативної бази з питань портів приймаються нормативні положення Договору ЄС в сфері транспорту відносно вільного загальноєвропейського ринку та європейські закони про конкуренцію.

Варто зазначити також, що звичайно в кожній країні Європейського Союзу є своє власне морське законодавство яке регулює портову сферу, яке має бути приведене у відповідність до загальноєвропейського законодавства. Як в портах, так і в інших транспортних секторах, що знаходяться в компетенції Європейського Співтовариства важливим є пошук рівноваги між законодавством Співтовариства та законодавством Країн-учасниць. В Установчий Договір ЄС (Маастріхтський договір 1993 року) закладений принцип субсидіарності, відповідно до якого: «Товариство діє в межах, наданої йому компетенції та задач, визначених цим Договором. В сектори, які не входять до його виключної компетенції, Товариство вмішується лише відповідно принципу субсидіарності і лише в тому випадку і в такій мірі, коли поставлених задач не можуть бути досягнуті в повній мірі Країнами-учасницями, але можуть бути досягнуті лише на рівні Товариства» [2].

Дотримання принципу субсидіарності тим більш важливе, що Європейські країни мають своє традиційне морське законодавство, саме законодавство про порти.

Транспортний сектор одночасно є інструментом створення єдиного ринку, в якому гарантувалось би вільне переміщення виробничих факторів і в той же час – важливим сектором економіки країн-учасниць та всього Європейського Союзу.

Що стосується форм власності портів, то важливим є зазначити те, що вони є різними в різних країнах та більш того мають свої відмінності в одній і тій же країні. Загальноєвропейське право є рівним до форм власності майна. Так, відповідно ст. 295 Договору ЄС «Дійсний договір залишає відкритим питання щодо форм власності майна, які існують в країнах-учасницях» [2].

Співіснування в рамках об'єднаної Європи портів, які знаходяться в суспільній власності (державній абр муніципальній) та приватній (наприклад, порти Великобританії) не створює проблем несумісності із загальноєвропейським правом.

Отже, з огляду на вищевикладене законодавство ЄС правове регулювання режиму портів не охоплено, пріоритет у цьому випадку є законодавство країн-учасниць. Тому у практичному застосуванні перевагу потрібно надавати національному законодавству України

Література:

1. Конституція України. Закон України від 28 червня 1996 року № 254к/96-ВР. Електронний ресурс. Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр

2. Договор о Европейском Союзе (Маастрихт, 7 февраля 1992 года). Електронний ресурс. Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_029

3. Про морські порти України. Закон України від 17 травня 2012 року № 4709-VI. Електронний ресурс. Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4709-17

4. Организационно-правовые основы функционирования морехозяйственного комплекса Украины : монография / О.Н. Кибик, О.П. Подцерковный, Д.В. Зятина, В.А. Котлубай и др.; по ред. О.Н. Кибик, О.П. Подцерковного. – Одесса : Фенікс, 2012. – 159 с.

5. **Ницевич А.** Правовой статус морского порта / А. Ницевич, В. Лебедев // Порты Украины. – 2009. –№ 2. – С. 44–45.

УДК 342.951:339.543

РЕЖИМ «ВІЛЬНОЇ ПРАКТИКИ» ЯК ПРІОРИТЕТНИЙ НАПРЯМОК ОРГАНІЗАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ МИТНИХ ПРОЦЕДУР

Горбова Ганна Олександрівна
канд. юрид. наук, доцент кафедри адміністративного та конституційного права НУК ім. адмірала Макарова
Войденко Єлизавета Валеріївна
студентка VI курсу спеціальності "Право" НУК ім. адмірала Макарова

Цікавим нововведенням, спрямованим на спрощення процедур митного контролю та митного оформлення товарів у пунктах пропуску через державний кордон, що розташовані на території морських портів України, під час контейнерних перевезень є процедура «вільної практики». Адже, як свідчить досвід міжнародного морського судноплавства, державні формальності щодо прибуття/вибуття суден закордонного плавання у різних країнах світу істотно відрізняються як кількістю органів/служб, які здійснюють необхідні види контролю судна, вантажу та екіпажу (прикордонний, екологічний, радіологічний, санітарний, ветеринарний, фітосанітарний, контроль культурних цінностей), так і кількістю дозвільних документів, які необхідно підготувати капітанові (судновласникові) для заходу/перебування або входу/виходу судна в/із порта відповідної держави. Саме тому запровадження міжнародними морськими організаціями та подальше удосконалення «вільної практики» стало необхідним заходом полегшення міжнародного морського судноплавства й запобігання невиправданих затримок суден, осіб і власності на борту.

Одним із основних міжнародних документів, який започаткував «вільну практику», є Конвенція про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 р. Україною її прийнято 21.09.1993 р. Метою прийняття Конвенції про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 р. стало бажання полегшити міжнародне морське судноплавство «шляхом спрощення і зниження до мінімуму формальностей, необхідної документації і процедур прибуття, перебування і вибуття суден, які беруть участь у міжнародному судноплавстві». [1]

Незважаючи на широке застосування терміну «вільна практика» – міжнародні законодавчі нормативно-правові акти не надають визначення цього поняття. Зокрема, Конвенція про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 р. застосовує термін «вільна практика», але не містить його тлумачення.

У законодавстві України з питань державної митної справи також відсутнє тлумачення терміна «вільна практика», хоча воно активно оперує цією правовою категорією. Так, наприклад, відповідно до п. 2 Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку переміщення товарів у пунктах пропуску через державний кордон, що розташовані на території морських портів України, під час контейнерних перевезень у прямому змішаному сполученні», за рішенням підрозділів охорони державного кордону, органів митного спрямування ДФС України та інших контролюючих органів до судна може застосовуватися вільна практика.

Крім того, поняття «вільна практика» міститься у Постанові Кабінету Міністрів України від 22.08.2011 р. № 893 «Про затвердження Правил санітарної охорони території України». Так, зокрема, абз. 1 п. 2 Правил санітарної охорони території України трактує поняття «вільна практика» для судна – як право увійти у порт, розпочати посадку або висадку, розвантаження або завантаження вантажів, запасів; для літака після приземлення – право почати посадку або висадку, розвантаження або завантаження вантажів, запасів; для наземного транспортного засобу після прибуття – право почати посадку або висадку, розвантаження або завантаження вантажів, запасів [2]. Однак, на теперішній час режим «вільної практики» впроваджено Україною тільки для водних транспортних засобів.

Позитивним моментом впровадження «вільної практики» стало виключення з обороту документів на паперових носіях та спрощення процедур їх оформлення. Такі нововведення дозволяють привести процедуру оформлення суден у відповідність до європейських стандартів. Крім того, можливість приступити до завантаження-розвантаження судна відразу ж після його швартування скорочує час непродуктивних простоїв флоту, що вигідно як портовикам, так і судновласникові.

Проте, подальше впровадження режиму «вільної практики» в Україні, як свідчить практика реалізації концепції державної митної справи, потребує суттєвого доопрацювання законодавства України з питань державної митної справи у напрямку його відповідності положенням Конвенції про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 р. [3, с. 171–174] та, насамперед, у напрямку закріплення поняття «вільна практика», як необхідного заходу полегшення міжнародного морського судноплавства й запобігання невиправданих затримок суден, осіб і власності на борту, який передбачає заходження судна закордонного плавання у порт та початок вантажних операцій без участі комісії на борту судна за рішенням уповноважених здійснювати відповідний контроль державних органів, що приймається на підставі відомостей, отриманих до прибуття судна, відповідно до Конвенції про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 року.

Література

1. Конвенція про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 р. : Конвенція, Міжнародний документ від 09.04.1965 р. // Офіційний вісник України. – 2006. – № 8. – Ст. 492.
2. Про затвердження Правил санітарної охорони території України : Постанова Кабінету Міністрів України від 22.08.2011 року № 893 // Офіційний вісник України. – 2001. – № 65. – Ст. 2538.
3. Проблеми та тенденції реалізації принципу «вільної практики» в морських портах України / О.П. Федотов // Особливості нормотворчих процесів в умовах адаптації законодавства України до вимог Європейського Союзу : міжнар. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 3–4 червня 2016 р.). – Х. : Видав. дім «Гельветика», 2016. – 268 с. – С. 171–174.

УДК 341.225

ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗМІВ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ АКТІВ МІЖНАРОДНОЇ МОРСЬКОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

Горбова Ганна Олександрівна
канд. юрид. наук, доцент кафедри адміністративного та конституційного права
НУК ім. адмірала Макарова
Ковальчук Анатолій Михайлович
студент VI курсу спеціальності "Право" НУК ім. адмірала Макарова

Перехід до обов'язкового статусу Системи аудиту об'єктивно зміцнює здатність Міжнародної морської організації здійснювати контроль за виконанням державами-членами її актів.

Неналежна імплементація конвенцій державами-учасницями або використання правових прогалин у цих інструментах зумовлюються, здебільшого, міркуваннями політичного, економічного та фінансового характеру, знижуючи, в кінцевому рахунку, ефективність застосування конвенцій ІМО [1, с. 91]. Отже, головною причиною недоліків імплементації є відповідне ставлення держав до виконання зобов'язань, що випливають з конвенцій ІМО. Попри зусилля Організації забезпечити належне виконання прийнятих нею актів, у недобросовісних держав прапора, визнаних організацій і судновласників завжди існуватиме можливість викривити стандарти ІМО у власних інтересах [2, с. 221].

На думку дослідників, для кардинальної зміни ситуації, необхідно було б ліквідувати, з одного боку, правові прогалини існуючих інструментів, з іншого – на підставі досвіду застосування діючих інструментів – спростити і зробити ефективнішим механізм контролю за їх виконанням. Для цього доцільно було б здійснити кодифікацію всіх актів (конвенцій і рекомендацій), об'єднавши їх у один, всеосяжний інструмент. Попри певні переваги цього кроку малоймовірним видається вибір цього способу вдосконалення імплементації державами – членами ІМО з огляду на те, що діючі фундаментальні інструменти (конвенції СОЛАС, МАРПОЛ, ПДМНВ) уже забезпечені потужною підтримкою держав з точки зору участі в них (наближається до 100 % держав – членів Організації). Новий же інструмент потребуватиме додаткових зусиль для його розроблення та прийняття і матиме невиразні перспективи набуття чинності, як це засвідчила дискусія навколо можливих шляхів інституціоналізації Добровільної схеми аудиту.

Іншим способом може стати застосування санкцій до держав – членів ІМО, які неналежно забезпечують імплементацію конвенцій. Цей крок розглядається як логічне продовження запровадження практики обов'язкового аудиту. Як наслідок, слід позбавляти права здійснювати реєстрацію суден ті держави, які не забезпечують належне виконання конвенцій. Водночас, усвідомлюючи незначні шанси для запровадження таких санкцій, з огляду на суверенітет держав, а також закріплене конвенціями ООН і міжнародним звичаєм їх право встановлювати національну належність суден, пропонується розглянути інший спосіб, а саме – запровадження заборони на заходження суден таких держав до внутрішніх вод і портів. Цей крок реалізувати буде значно простіше – достатньо лише прийняти як критерій надання доступу до внутрішніх вод, портів та терміналів відповідні «білі», «сірі» та «чорні» списки держав прапора, що складаються меморандумами про взаєморозуміння з контролю держав порту й регулярно обговорюються у рамках підкомітету III.

Дієвим способом поліпшення імплементації актів ІМО є посилення контрольної й наглядової функцій держав-членів за виконанням визнаними організаціями делегованих їм державами функцій [3, с. 223]. Відповідні заходи відображені в інструментах ІМО, таких як конвенції СОЛАС, МАРПОЛ, про вантажну марку, резолюціях Асамблеї А.739(18), А.789(19) та Комітету з безпеки на морі MSC.208(81), а перевірка виконання

державами цих положень включена до Схеми аудиту. Разом з тим Організація визнала їх недостатніми й вирішила розробити спеціальний інструмент, який об'єднав би вимоги попередніх документів, стандартизував підходи держав у делегуванні їх повноважень визнаним організаціям і здійсненні контролю за виконанням ними цих завдань, а також забезпечив гармонізовану й цілісну імплементацію інструментів ІМО, що стосуються діяльності визнаних організацій. У результаті було розроблено Кодекс щодо визнаних організацій, окремі частини якого мають обов'язковий характер.

Перелічені вище заходи являють собою актуальні й можливі кроки Міжнародної морської організації та її членів у напрямі мотивації держав прапора до добросовісного виконання їх зобов'язань, що випливають з актів ІМО. Як відомо, імплементація норм міжнародного права – це цілеспрямована організаційно-правова діяльність держав, яка здійснюється індивідуально, колективно або в межах міжнародних організацій з метою своєчасної, всебічної і повної реалізації ухвалених ними відповідно до міжнародного права зобов'язань [3, с. 259]. Слід зазначити, що Організацією напрацьовано значний масив рекомендацій, пов'язаних з імплементацією її актів, який відображено передусім у Кодексі з імплементації обов'язкових інструментів ІМО. Центральним елементом механізму імплементації є Стратегія забезпечення виконання міжнародних зобов'язань держави – члена ІМО, що стосується її функцій як держави прапора, порту і прибережної держави. Зазначена Стратегія встановлює методологію здійснення моніторингу та оцінювання її відповідності завданням імплементації та забезпечення виконання зобов'язань держави, а також її своєчасного перегляду й удосконалення.

Іншим важливим елементом механізму імплементації є здатність держави забезпечити прийняття актів національного законодавства для виконання положень інструментів ІМО, учасницею яких вона є, і створення правової бази для забезпечення їх виконання. Необхідно наголосити, що цей механізм повинен передбачати своєчасну імплементацію змін і поправок до актів ІМО. Водночас така імплементація становить значну проблему, з огляду на велику кількість поправок до інструментів ІМО, що приймаються застосуванням процедури «мовчазної згоди».

Щодо механізму імплементації положень конвенцій ІМО в національне законодавство України, Головним законодавчим актом, що встановлює порядок укладення, виконання та припинення дії міжнародних договорів України, є Закон України 2004 року «Про міжнародні договори України». Закон закріплює класифікацію міжнародних договорів України (міждержавні, міжурядові, міжвідомчі), детально регламентує порядок і процедури укладення міжнародних договорів, включаючи підготовку пропозицій щодо їх укладення, прийняття рішення про ведення переговорів і підписання договорів, подальше надання Україною згоди на обов'язковість договору, закріплює положення щодо дотримання й виконання міжнародних договорів України, оприлюднення, реєстрацію та зберігання текстів договорів, припинення й зупинення їх дії в разі необхідності, а також визначає порядок здійснення контролю за виконанням договорів та цього Закону. За характером питань, віднесених до сфери правового регулювання, конвенції ІМО потрапляють до категорії міжурядових договорів. Це підтверджується змістом самих конвенцій, які прямо вказують на уряди договірних сторін, як органи, відповідальні за виконання конвенцій.

Вітчизняні механізми імплементації інструментів ІМО в законодавство України потребують серйозного вдосконалення для приведення їх у відповідність з вимогами Кодексу з імплементації обов'язкових інструментів ІМО. Поліпшення потребує передусім механізм забезпечення чинності поправок до інструментів ІМО, учасницею яких є Україна, запровадження ефективних засобів перекладу й офіційного оприлюднення поправок, чітке розмежування відповідальності та забезпечення дієвої взаємодії між центральними органами виконавчої влади, відповідальними за здійснення державного регулювання у сферах, що регулюються цими інструментами ІМО. І основне – в державі має бути розроблена Стратегія забезпечення виконання міжнародних зобов'язань держави – члена ІМО, що стосується її функцій як держави прапора, порту і прибережної держави, передбачена Кодексом.

У зв'язку з цим вбачається абсолютно необхідним повною мірою врахувати результати проведення аудитів у інших державах, а також зважити на досвід інших держав у пристосуванні їх законодавства до імплементації інструментів Організації.

Література

1. **Arzimanoglou T.** L'Organisation Maritime Internationale et la Prevention de la Pollution Marine: Mémoire en vue de l'obtention du D.E.A. de Droit Public et Privé / Théodore Arzimanoglou. – Nice : Université de Nice Sophia – Antipolis, Institut du Droit de la Paix et du Développement; Sous la direction de M. Le Professeur A.Piquemal, Septembre 1995.

2. **Mansell J.** Flag State Responsibility: Historical Development and Contemporary Issues / John N. K. Mansell. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2009. – 269 p.

3. **Лукшин И. В.** Современные международные морские организации : [информационно-справочное издание] / И. В. Лукшин, В. Т. Мартыненко. – Одесса : Юрид. літ., 2000. – 320 с.

УДК *656.6:* 347.79

SHIP AGENCY AND USE OF THE PORT COMMUNITY SYSTEM (PCS) IN RELATIONS WITH THE PORT AUTHORITIES IN THE MYKOLAYIV SEAPORT

Karimberdyiev Roman, Chief of Agency Dept. Service Trans LLC", PhD student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv, vilaskes@meta.ua
Sandiuk Hanna, PhD, Associated Professor of the Department of Maritime and Commercial Law, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv, ganna.sandiuk@nuos.edu.ua

A ship agency is the assistance of the ship's administration in the performance of all its duties in the port and the protection of the interests of the ship owner on his behalf and on his behalf. [1, p.13].

A marine agent is a representative and assistant to the ship owner acting on behalf of and at the expense of the latter in accordance with the powers based on law or contract in all cases of the ship owner of a commercial and administrative nature that are related to the carriage by sea of goods or passengers [1, p.16].

The Port Community System (PCS) – the port community system, *established in accordance with Ukrainian legislation on electronic document management and data protection. Used in logistics international checkpoints for the sea (including ferry) connection, under contract terms, according to the financial viability formula, by providing practical implementation of public and local measures on the simplification and acceleration of transportation processes, cargo handling, passing state control procedures provided by the resolution of the Cabinet of Ministers on May 21, 2012 №451 and other normative-legal acts related to the processes of international trade and transport. At one time, the system has received the certificate of compliance by State Service of Special Communication of Ukraine for a work with the information, which does not have a form of National Security Information, but is an information with restricted access.* ***[2]***

PCS is an organizational and technical system whose main purpose is to provide (through technical and software tools) to the control bodies the ability to use (store, check, process, store and transmit) information and documents in electronic form for the implementation of border, customs and other types of control and clearance of goods and vehicles [3].

In accordance with paragraph 8 of Part 1 of the Law of Ukraine «On seaports of Ukraine», information systems are objects of port infrastructure [4].

What is done in the PCS today: 1) electronic declaration of the cargo (freight forwarder) (duty) for the export from the ports of loaded / empty containers (inner, passing transit); 2) customs permit for cargo release from the checkpoint and port territory; 3) reception/sending messages module to/from other information systems; 4) queuing system of orders (duties); 5) Information transmission for the stevedoring companies (port operators) about the waggons arrival at Odessa sea port; 6) reason noting by the approved list, in case of assignment of custom control forms for goods; 7) information about the receipt drawing on a single duty charging in case of goods import into Ukraine (receipt MD-1; 8) preparation of application for works (scanning, inspection, weighing); 9) transmission / reception of information about the results of the customs control passage; 10) sending / receiving data to / from «Euroterminal» LLC; 11) the unit dispatcher -control of the movement of vehicles (vehicles' time in port control); 12) an electronic badge making to enter the sea port; 13) registration of a ship's arrival in all ports of Ukraine (according to the Ministry of Finance, order №308); 14) preparation of application for containers / goods coming-in into the territory of the checkpoint (export); 15) pass making into the port with a bar code directly from the forwarding agent's office; 16) the reporting of the radiological monitoring realization; 17). electronic application (order) to load the goods on the vessel;18) formation of various reports [2].

The bureaucracy prevailed in the branch of registration of the arrival and departure of the ship prior to the introduction of **PCS.** The ship's administration and the ship's agent were forced to print up to 500 pages of various declarations, documents for arrival and departure of a ship. That led to a significant delay in the design of the vessel and the commencement of cargo operations.

The introduction of **PCS** is part of the strategy of the The Ukrainian Sea Ports Authority (USPA) and the Ministry of Infrastructure to simplify bureaucratic procedures in ports, designed to reduce the loading time of the vessel.

The use of **PCS** in agency work involves the preliminary receipt by the controlling authorities of the information necessary for registering the vessel's arrival in the port in electronic form. The vessel, which received the green light from frontier guards, sanitary service, customs officials, etc., can start cargo operations immediately upon launching to the berth [4].

According to a study conducted at the Mykolayiv Seaport at the grain terminal of Bunge, the speed of registration of the arrival and departure of the vessel increased by 10 times: from one and a half hours to 15 minutes. At the same time, the number of ships issued with the release of monitoring services amounted to only 9% for customs control, 11% of sanitary service, 3% veterinary control, 5% phytosanitary, 0% environmental control. In turn, the average time after completion of the mooring operations prior to the commencement of cargo operations was

about 1-2 hours, depending on the readiness of the vessel itself, and not the bureaucratic delays of local control bodies.

Also, representatives of maritime agencies noted a sharp decline of inspections by the anti-smuggling department, the state fiscal service, the state eco-inspection and other monitoring bodies on the territory of the the Mykolayiv Seaport.

In the future, the development of electronic document circulation is expected to reduce the output of monitoring services for inspection of the vessel, reduce the forms and forms for filling captains of foreign vessels and further introduction of **PCS** in the ports of Ukraine.

According to international industry experts, the implementation of a unified information system will bring Ukraine closer to the realization of EU trade development strategy, which has already adopted a program of the network national mechanisms development of the «Single window», which will exchange information on the basis of the UNECE standards and the World Customs Organization. In Ukraine itself, such a system would contribute to the harmonization of data exchange between the participants of the transport process and regulatory bodies at the level of international standards, and as a result – trade facilitation, development of a favorable legal environment in the economy, the minimization of corruption factors in the government, the reduction of participants' expenses for cross-border movement of goods. [2]

The results of test and continuous operation of various **PCS** profile modules in the seaports of Ukraine confirmed that the gradual introduction of electronic data interchange among the participants of the port community is a real and effective tool for implementing the developments in implementing the recommendations of the UN Economic Commission for Europe 4-40 [6] on trade facilitation .

Literature:

1. **Петров И.М., Виговский В.А.** Агентирование морских судов: теория и практика: Учебное пособие. – Черновцы: Книги – XXI, 2005. – 496 с.
2. **Николаев В.** PCS in the Ukrainian sea ports: the route to the «Single window»// Судоходство. – 12 сентября 2016 года [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://sudohodstvo.org/pcs-in-the-ukrainian-sea-ports-the-route-to-the-single-window/
3. Украина. На «СП Рисоил Терминал» тестируется новый порядок въезда грузового автотранспорта с растительным маслом. УкрАгроКонсалт [Электронный ресурс] / Режим доступа http://www.ukragroconsult.com/news/ukraina-na-sp-risoil-terminal-testiruetsya-novyi-poryadok-vezda-gruzovogo-avtotransporta-s-rastitelnym-maslom свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
4. Закон Украины «О морских портах Украины», ведомости Верховной Рады Украины (ВВР), 2013, № 7, ст.65)
5. В администрации Николаевского порта обсудили вопросы дерегуляции; Министерство инфраструктуры Украины, ГП АМПУ [Электронный ресурс] / Режим доступа http://uspa.gov.ua/ru/informatsionnaya-sistema-portovogo-soobshchestva/novosti/12124-v-administratsii-nikolaevskogo-porta-obsudili-voprosy-deregulyatsii свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.,
6. ЕЭК ООН через центр по упрощению процедур торговли и электронным деловым операциям (СЕФАКТ ООН) Год принятия/публикации: 1974 г. (первая редакция), 2015 г. (последняя редакция) Номер документа: ECE/TRADE/425 [Электронный ресурс] / Режим доступа http://tfig.unece.org/RUS/contents/recommendation-4.htm

УДК 341.22(477)

ПРОБЛЕМА ВСТАНОВЛЕННЯ МОРСЬКИХ КОРДОНІВ УКРАЇНИ

***Козирєва І.О.**, завідувач кабінетом кафедри морського та господарського права факультету морського права, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, iryna.kozyreva@nuos.edu.ua*
***Козирєв Є.О.**, студент IV курсу спеціальності 081 «Право», Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, irina.4691830@gmail.com*

Проблема делімітації морських просторів, територіальних морів і виключних (морських) економічних зон та континентальних шельфів має складний, багатосторонній характер. Сьогодні у світовій практиці міжнародного права існують дуже суперечливі підходи до питань розмежування морських кордонів, яка більшість з них залишаються не оформленими у правовому відношенні протягом тривалого часу. Практично

третина міжнародних спорів, що знаходяться на розгляді в Міжнародному суді ООН в Гаазі, пов'язані з делімітацією морських просторів. У Азово-Чорноморському регіоні проблема розмежування морських просторів найгостріше встала в дев'яностих роках минулого сторіччя з розпадом Радянського Союзу.

За роки незалежності України, керівництвом держави вживались комплексні державно-управлінські заходи з метою державного врегулювання нагальних питань договірно-правового оформлення державного кордону, у тому числі її морської ділянки.

Протяжність морської ділянки державного кордону України складає 1355 кілометрів, а площа виключної (морської) економічної зони України складає 72 658 квадратних кілометрів.

В новітній історії України вперше делімітація виключних (морських) економічних зон і континентальних шельфів була проведена між Україною і Турецькою Республікою. Це відбулося шляхом підтвердження нотами зовнішньополітичних відомств обох держав лінії розмежування, що була визначена в Угоді між Урядом Союзу Радянських Соціалістичних Республік і Урядом Турецької Республіки про розмежування континентального шельфу між Союзом Радянських Соціалістичних Республік і Турецькою Республікою в Чорному морі.

Тривалий час залишалось неврегульованим питання щодо розмежування морських просторів, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони між Україною і Румунією у північно-західній частині Чорного моря. В кінцевому результаті 3 лютого 2009 року питання делімітації морських просторів України та Румунії у Чорному морі було врегульовано рішенням Міжнародного суду ООН [3].

Протягом тривалого часу не мала позитивних зрушень з питань делімітації морської ділянки українсько-російського державного кордону, який має протяжність 321 кілометр. Делімітацію морської ділянки україно-російського кордону не проведено. [4]. Тривалий час російська сторона намагалась блокувати переговорний процес з встановлення лінії державного кордону у Керченській протоці.

Українська сторона ґрунтує свою позицію на положеннях таких нормативно-правових актів:

1) Указ Президії Верховної Ради СРСР від 19.02.54 «О передаче Крымской области в состав УССР», яким Кримську область було передано Українській РСР [5].

2) Статтею 78 Конституції СРСР від 07.10.77 територію союзної республіки не могло бути змінено без її згоди. Кордони між союзними республіками могли змінюватися тільки за взаємною угодою відповідних республік, що підлягала затвердженню Союзом РСР [6].

3) відповідно до статті 6 Договору про основи відносин між Російською Радянською Соціалістичною Республікою та Українською Радянською Соціалістичною Республікою від 19.11.90 обидві Сторони визнають та поважають територіальну цілісність Російської РФСР та Української РСР «в ныне существующих в рамках СССР границах» [7].

4) Договором про дружбу, співробітництво і партнерство між Україною і Російською Федерацією від 31.05.97 визначено, що Договірні Сторони поважають територіальну цілісність одна одної і підтверджують непорушність існуючих між ними кордонів.

Як свідчить аналіз у сфері національної безпеки, на сьогодні найбільш гостро стоїть питання щодо правого оформлення морського кордону між Україною і Російською Федерацією. Переговори з врегулювання цього питання велись з 1996 року, було проведено 35 раундів, однак позиції Сторін залишаються не узгодженими. Основна причина – небажання російської сторони визнати колишній адміністративний кордон між УРСР та РРФСР як державний кордон між Україною і Російською Федерацією.

Зараз, вже після окупації Криму РФ, в Азовському морі спостерігається ескалація конфлікту між Україною та Росією. З кінця квітня 2018 року Росія створює там флотилію, посилюючи прикордонні війська ФСБ РФ додатковими кораблями та перекидаючи з моря кораблі свого військового флоту. При цьому наприкінці травня Росія раптово закрила для українських суден дві тисячі квадратних кілометрів моря через проведення своїх бойових стрільб та регулярно затримує і перевіряє іноземні судна, які прямують в українські порти Бердянськ та Маріуполь.

Утім, українська сторона не має можливості висловити Москві свої претензії. Де-юре Росія має право на такі дії, оскільки у 2003 році Україна підписала з нею міжнародний двосторонній договір «Про співробітництво у використанні Азовського моря і Керченської протоки». Там ідеться, що Азовське море - це "внутрішні води України та Російської Федерації, бо так сталося історично". За договором, торговельні судна та військові кораблі під прапором України або Росії можуть вільно перебувати у будь-якій точці Азовського моря та Керченській протоці. Цей документ Верховна Рада схвалила у розпал конфлікту навколо коси Тузли у 2003 році. Даний договір нівелював окремі статті конвенції ООН з морського права, яку Україна ратифікувала у 1999 році.

Тож допоки договір з Росією чинний, в України офіційно немає 12-мильної зони, визначених територіальних вод, а військові кораблі та катери РФ, використовуючи цю угоду та закріплене там право мирного проходу, можуть безперешкодно перебувати в будь-якій точці Азовського моря, зокрема і біля українського узбережжя. [8].

Врегулювання питань щодо розмежування морського кордону між Україною і Російською Федерацією допоможе зняти низку економічних і політичних проблем у взаємостосунках двох країн, а саме: сприятиме

покращенню екологічної обстановки, протидії браконьєрській та іншій протиправній діяльності в акваторії, слугуватиме покращенню міжнародного іміджу обох держав.

На міждержавному рівні україно-російських взаємовідносин потрібно визначити, що основними пріоритетами в питаннях Азово-Керченського врегулювання мають стати принципи дотримання суверенітету, територіальної цілісності, недоторканості кордонів та взаємної поваги. Врегулювання питань договірно-правового оформлення в Азово-Керченській акваторії зумовлює прийняття для України комплексних державно-управлінських заходів у зовнішньополітичній та внутрішньополітичних сферах [9].

Висновки. Відсутність лінії розмежування, яка визначає суверенні права України у виключній (морській) економічній зоні не дозволяє ефективно протидіяти протиправній діяльності та забезпечувати безпеку судноплавства в Азово-Керченській акваторії. Поряд з цим, територіальні суперечки і спори-явище цілком закономірне у світовій практиці. Воно обумовлено політичною та економічною доцільністю кожної з держав щодо захисту своїх національних інтересів на державних кордонах.

Головне у державному врегулюванні спірних питань на морських кордонах України є наявність доброї волі та чітке дотримання норм міжнародного права учасниками переговорного процесу.

Література:

1. Конвенція ООН з морського права, http:/www.zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=728-14
2. Румыния подала в Международный Суд ООН иск на Украину, http://www.regnum.ru|news|326583.html.
3. Рішення Міжнародного суду ООН від 03.02.09, http://www. ПРАВДА.com.ua
4. Договір між Україною і Російською Федерацією про українсько-російський державний кордон, http://www.zakon.rada.gov.ua.cgi-bin/laws/main.cgi.
5. Указ Президії Верховної Ради СРСР від 19.02.54 “О передаче Крымской области в состав УССР”, http://www.cidct.org.ua› press/2003/20032010.html
6. Конституція СРСР від 07.10.77, http://www.search.ligazakon.ua› ldoc2.nsf/link1/ed198106.
7. Договір про основи відносин між Російською Радянською Соціалістичною Республікою та Українською Радянською Соціалістичною Республікою від 19.11.90, http://www.tomak.dp.gov.ua›
8. Азовське море: "ахіллесова п'ята" України в протистоянні з Росією
[Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://www.dw.com/uk/азовське-море-ахіллесова-пята-україни-в-протистоянні-з-росією/a-44329313
9. Державне управління: основи теорії, історія і практика: Навч. посібник / В. Д. Бакуменко, П. І. Надолішній, М. М. Іжа, Г. І. Арабаджи; За заг. ред. Надолішнього П. І., Бакуменка В. Д. – Одеса: ОРІДУ НАДУ, 2009. – 394с.
https://www.radiosvoboda.org/a/news/29048522.html

УДК 347.965.42

ЩОДО НОВЕЛ ПРОЦЕСУАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА ВІДНОСНО АЛЬТЕРНАТИВНИХ СПОСОБІВ ВИРІШЕННЯ СПОРІВ В УКРАЇНІ

Тригуб О.В. ст. викладач кафедри теорії та історії держави і права Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

В умовах реформування української правової системи відповідно до європейських принципів і стандартів особливої актуальності набуває конституційна реформа у сфері правосуддя та подальше реформування цивільного процесуального законодавства, які мають на меті підвищення ефективності цивільного судочинства й приведення його у відповідність до міжнародних стандартів справедливого правосуддя. Наслідком реформування стали суттєві зміни законодавчого регулювання класичних процедур цивільного судочинства, а також введення нових інститутів цивільного процесуального права а саме, введення можливості обов’язкового досудового порядку врегулювання спору.

Теоретичну розробку моделей досудового вирішення спорів в різних галузях українського законодавстві здійснювали Степанова Т.В., Гончарова О.В, Кабанець В.О. Шабанов Р., дослідження альтернативних способів вирішення спорів провадили вітчизняні дослідники та вчені Бондаренко-Зелінська Н.Л, Міхальській Ю., Мішина Ж.В., Спектор О. та закордонні вчені зокрема Михель Д.Є., Леннуар Н.Н.

До останнього часу можливості досудового порядку врегулювання спору були передбачені процесуальним законодавством, однак, в сучасному розумінні як медіації не набула широкого поширення.

Відповідно до п. 5.4 Стратегії реформування судоустрою, судочинства та суміжних правових інститутів на 2015-2020 рр., затвердженої Указом Президента України від 20.05.2015 р. №276, передбачено розширення способів альтернативного (позасудового) врегулювання спорів, зокрема, шляхом практичного впровадження інституту медіації та посередництва.

У проекті Закону про медіацію від 17.12.2015 р №3665 визначено поняття медіації як альтернативного (позасудового) методу вирішення спорів, за допомогою якого дві або більше сторони спору намагаються в межах структурованого процесу за участю медіатора досягти згоди для вирішення спору.

Відповідні зміни внесено також до процесуальних кодексів України. На особливу увагу серед новел ЦПК України заслуговує процедура врегулювання спору за участю судді (ст. ст. 201-205 ЦПК). Введення цього інституту стало першим кроком до запровадження примирних процедур у вітчизняному цивільному судочинстві відповідно до вимог, що висуваються до України міжнародним співтовариством.

Законодавець по суті прямо наділяє суддів функцією сприяння у врегулюванні спору між сторонами на різних стадіях судового провадження, що прямо випливає із положень ЦПК України (п. 2 ч. 5 ст. 12, ст. ст. 201-205, ч. 5 ст. 211 ЦПК).

Так, у господарському, цивільному та адміністративному процесах запроваджено врегулювання спору за участю судді, що проводиться за згодою сторін до початку розгляду справи по суті. Про проведення процедури врегулювання спору за участю судді суд постановляє ухвалу, якою одночасно зупиняє провадження у справі. У разі недосягнення сторонами мирного врегулювання спору повторне проведення врегулювання спору за участю судді не допускається.

Врегулювання спору за участю судді пропонується здійснювати у формі спільних та/або закритих нарад. Сторони мають право брати участь у таких нарадах в режимі відеоконференції в порядку, визначеному цим процесуальним законом.

Спільні наради проводяться за участю всіх сторін, їхніх представників та судді. Під час проведення спільних нарад суддя, зокрема, пропонує сторонам надати пропозиції щодо шляхів мирного врегулювання спору та здійснює інші дії, спрямовані на мирне врегулювання спору сторонами. Судді надано право запропонувати сторонам можливий шлях мирного врегулювання спору.

Під час закритих нарад суддя має право звертати увагу сторони на судову практику в аналогічних спорах, пропонувати стороні можливі шляхи мирного врегулювання спору.

Важливо, що під час врегулювання спору суддя не має права надавати сторонам юридичні поради та рекомендації, а також здійснювати оцінку доказів у справі. Інформація, отримана будь-якою зі сторін та суддею під час проведення врегулювання спору, є конфіденційною, протокол наради не ведеться, не здійснюється фіксування технічними засобами. Також під час врегулювання спору за участю судді забороняється використовувати портативні, аудіотехнічні пристрої, здійснювати фото- і кінозйомку, відео-, звукозапис. Крім того, у разі припинення врегулювання спору з підстав, які не передбачають фактичного врегулювання у вигляді мирової угоди, примирення, відмови від позову тощо, справа передається на розгляд іншому судді.

На практиці імплементація нового інституту викликає певні труднощі у застосуванні, пов'язані, по-перше, з певними ризиками для суддів у такій процедурі, а саме із відсутністю необхідних навичок для мирного врегулювання спору, конфіденційністю процедури та нечіткістю законодавства, яке, з одного боку, забороняє суддям надавати сторонам будь-які юридичні поради та рекомендації під час проведення цієї процедури (ч. 6 ст. 203 ЦПК), а з іншого — надає судді досить широкі повноваження, зокрема, право з'ясовувати предмет та підстави позову, роз'яснювати сторонам предмет доказування у справі, і навіть пропонувати сторонам можливі шляхи мирного врегулювання спору (ч.ч. 4-5 ст. 203 ЦПК).

По-друге, можливі випадки зловживання сторонами правом скористатися зазначеною процедурою, коли одна зі сторін прагне врегулювати спір мирним шляхом, а інша – дає згоду на проведення процедури лише з метою затягування розгляду справи**.** У таких випадках, безперечно, врегулювання спору за участю судді має бути припинене відповідно до п. 3 ч. 1 ст. 204 ЦПК.

Незважаючи на недостатнє правове регулювання зазначеної процедури та прогалини в законодавстві, введення зазначеної процедури слід оцінити позитивно, адже вона розширює процесуальні можливості сторін щодо більш швидкого та ефективного врегулювання спору.

Подальшими кроками у цьому напрямі має стати подальша наукова розробка та законодавча регламентація медіації, що визнається найбільш ефективним консенсуальним способом вирішення спорів у всьому світі, а також розробка конкретних механізмів інтеграції та взаємодії інституту медіації із цивільним судочинством з метою розвантаження судової системи.

Література:

1. Рішення Конституційного суду України у справі за конституційним зверненням Товариства з обмеженою відповідальністю "Торговий Дім "Кампус Коттон клаб" щодо офіційного тлумачення положення частини другої статті 124 Конституції України (справа про досудове врегулювання спорів) [Електронний ресурс]. – Дата оновлення: 01.09.2018. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v015p710-02
2. Указ Президента України «Про Концепцію вдосконалення судівництва для утвердження справедливого суду в Україні відповідно до європейських стандартів» від 10 травня 2006 року №361/2006. [Електронний ресурс]. – Дата оновлення: 01.09.2018. URL:

3. Про медіацію. Проект Закону України від 17.12.2015р. № 3665. [Електронний ресурс]. – Дата оновлення: 01.09.2018. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=57463
4. Про внесення змін до Господарського процесуального кодексу України, Цивільного процесуального кодексу України, Кодексу адміністративного судочинства України та інших законодавчих актів» Закон України від 03.10.2017р. № 2147-VIII [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2147-19

УДК 340.15

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

Аманов Р., студент 6 курса специальности Право НУК имени адмирала Макарова

На современном этапе развития инвестиционных отношений правовое регулирование в сфере иностранного инвестирования осуществляется по средствам сочетания национального и международно-правового регулирования [4].

В современных условиях глобализации и усиления взаимодействия национальных экономик, международное инвестиционное право приобретает особо важное значение. Международные инвестиционные отношения не могут быть в надлежащей мере урегулированы только нормами национального права. Национальное право не в состоянии в достаточной степени создать условия, необходимые для беспрепятственного передвижения капитала между государствами и обеспечить иностранным инвесторам гарантии по осуществлению ими коммерческой деятельности в государстве-реципиенте. Как следствие наблюдается постепенное усиление взаимодействия внутригосударственного и международного права, что способствует интернационализации национального законодательства отдельных государств [3], в том числе и при регулировании инвестиционных отношений.

В настоящее время международные инвестиционные отношения регулируются двусторонними у универсальными международными договорами.

Регулирование инвестиционных отношений на двустороннем уровне происходит при помощи следующих основных международных договоров:

Торговые договора. Практика заключения подобных соглашений возникла в древние времена и окончательно оформилась с образованием национальных рынков государств и становлением единого мирового хозяйственного оборота.

Договоры и соглашения об иностранных инвестициях. Их главная цель — обеспечение притока иностранного частного капитала в другие страны путем предоставления ему юридических гарантий от так называемых политических, или некоммерческих, рисков, в состав которых, в частности, включаются: а) гарантии от национализации предприятий иностранного капитала; б) гарантии от неконвертируемости валют при переводе капиталов и прибылей за рубеж; в) гарантии от ущерба инвестициям в случае социальных катаклизмов и другие.

Соглашения о налогообложении. Как правило, подобные договоры заключаются в целях регулирования вопросов налогообложения при экспорте и импорте капитала между странами [2].

Среди многосторонних универсальных международных договоров наибольшее значение имеют:

Вашингтонская конвенция, цель которой - международная защита иностранных инвестиций, направлена на регулирование отношений страны-реципиента (государство, законодательство которого регулирует процессы инвестирования) и частных инвесторов. Согласно этому документу, предусмотрено, что судебные разбирательства по таким делам происходят не в законодательном поле страны или в национальных судебных учреждениях, а подчиняются специально сформированному для таких целей органу, которым управляет МБРР (Международный банк реконструкции и развития).

Сеульская конвенция направлена на защиту иностранных инвестиций от потенциальных рисков некоммерческого характера. В ее рамках сформирована международная организация, обеспечивающая страхование рисков иностранных инвестиций (Международное агентство гарантии инвестиций, МАГИ). Предоставление таких гарантий возможно в случае обоснованности иностранных инвестиций с предоставлением соответствующих доказательств. МАГИ может гарантировать покрытие таких рисков, как общественные беспорядки, военные операции, годарственные экспроприации и т.д.

Договор к Энергетической хартии 1994 г. содержит положения, относящиеся к поощрению и защите инвестиций в энергетическом секторе. Их можно найти в большинстве двусторонних соглашений о поощрении и взаимной защите капиталовложений, а именно: предоставление иностранным инвестициям

режима наибольшего благоприятствования или национального режима; выплату быстрой, достаточной и эффективной компенсации за любые экспроприированные активы и другие.

На разных этапах развития международно-правового регулирования иностранных инвестиций принимались и иные международно-правовые акты, играющие важную роль в правовом регулировании иностранных инвестиций.

В 1976 г. Организация по экономическому сотрудничеству и развитию приняла Декларацию о международных инвестициях и многонациональных предприятиях. Другим документом, представляющим интерес, стало Руководство Всемирного банка о правовом режиме для прямых иностранных инвестиций от 1992 г.

Международное инвестиционное право регулирует, прежде всего, международные инвестиционные отношения (иностранные инвестиции), которые и являются его предметом и предопределяют собой двуединый правовой механизм международно-правового и национально-правового регулирования.

Литература

1. Международно-правовое регулирование иностранных инвестиций и их обеспечение в международном праве [Текст] // Вестник экономики, права и социологии – 2013 - №1 – с. 187-190
2. Международные инвестиции // Международная торговая палата – Всемирная организация бизнеса (ICC) // Блог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iccwbo.ru/blog/2016/mezhdunarodnye-inostrannye-investitsii/
3. **Орлов Е.Р.** Инвестиции: курс лекций [Текст] / Е.Р. Орлов. — М.: Омега, 2014. – 191 с.
4. **Транковская Е.Д., Холкина М. Г.** Международно-правовое и национальное регулирование иностранных инвестиций // Международный научно-исследовательский журнал «Евразийский Союз Ученых» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://euroasia-science.ru/yuridicheskie-nauki/mezhdunarodno-pravovoe-i-nacionalnoe-regulirovanie-inostrannyx-investicij/

УДК 347.79

ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ЩОДО БЕЗПЕКИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ

Клименко М.С., *студентка магістратури спеціальності 081 «Право»,*
Національний університет кораблебудування імена адмірала Макарова, м. Миколаїв

Формування української держави залежить від вирішення багатьох юридичних проблем, у тому числі у сфері транспортних послуг. Транспорт є однією з найважливіших галузей економіки, від його діяльності залежать всі галузі суспільного виробництва, розподілу та обміну. Для того, щоб існувала та розвивалася економічна система держави, потрібен ряд елементів, які охоплюються концепцією транспортної системи, стабільною та розвиненою, в тому числі національні транспортні закони.[4,11]

В умовах реформування економіки та законодавства України нам потрібна збалансована державна транспортна політика, яка враховує специфіку галузі та її роль у процесах економічної та соціальної трансформації.[4,12]

Безпека судноплавства є важливою умовою охорони людського життя на морі, збереження майна, довкілля та невід'ємною частиною судноплавства і торговельного мореплавства, а існуюча система її забезпечення пов'язана з міжнародним співробітництвом у цій сфері, встановленням і забезпеченням застосування технічних норм і стандартів, підготовки та дипломування моряків, повноваженнями держави порту і держави прапора, прибережної держави, організацією пошуку і рятування на морі, діяльністю класифікаційних товариств і страхових компаній, імплементацією міжнародно-правових норм.[4,13]

З метою вдосконалення функціонування державної системи забезпечення безпеки на морському та річковому транспорті Міністерство інфраструктури України затвердило Галузеву програму забезпечення безпеки судноплавства на 2014 - 2018 роки та План заходів з її виконання.[1,1]

Одним із важливих питань є виконання норм з безпеки на морському транспорті, що наразі потребує гармонізації положень національного законодавства з положеннями європейських актів з питань контролю державою порту та відповідності вимогам держави прапора, а також імплементації конвенцій Міжнародної морської організації.

На сьогодні в Україні потрібно гармонізувати міжнародні кодекси (Міжнародний кодекс перевезення небезпечних вантажів (IMDG Code) та Міжнародний кодекс перевезення навалочних вантажів у новій редакції

(IMSBC Code) у переліку національних документів, що регламентують безпечне перевезення вантажів морем. До того ж, чинні в Україні правила морського перевезення небезпечних вантажів (МОПНВ) в частині класифікації небезпечних вантажів, їх розміщення, тари та упаковки, укладання і кріплення у вантажних транспортних одиницях (у тому числі в контейнерах) повністю або частково суперечать вимогам Міжнародного кодексу перевезення небезпечних вантажів.[3, 4-5]

З метою врегулювання цих питань є потреба в гарантуванні безпеки судноплавства щодо ризиків вантажних морських перевезень, вдосконаленні та розвитку відповідної нормативної бази та приведенні її у відповідність з міжнародними вимогами.

Важливим кроком має стати введення в дію міжнародного Кодексу з завантаження/розвантаження суден, що перевозять навалочні вантажі (BLU Code), приведення діяльності у відповідність із Конвенцією МАРПОЛ (Міжнародна Конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року) і протоколів до неї та відповідного європейського законодавства щодо портового приймального обладнання та створення сучасної інфраструктури щодо поводження з судновими відходами та залишками вантажів, оптимізація системи управління екологічною безпекою в морських портах та регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.[2,1-2]

Європейська транспортна політика (Біла книга) передбачає створення системи безпечного транспорту, у якій контроль руху суден та інформаційна система SafeSeaNet стануть основою для всіх відповідних інформаційних інструментів на морі, які забезпечують технічну та громадську безпеку морського транспорту, а також захист навколишнього природного середовища від забруднення, спричиненого суднами. Необхідним є створення та належне впровадження в Україні національного сегменту системи SafeSeaNet, що має бути суттєвим внеском у створення спільного середовища обміну інформацією для спостереження за морською територією та сприяння формуванню єдиного морського простору. [1,1-2]

Підсумовуючи усе вищесказане, треба зазначити що, правове регулювання діяльності транспорту має максимально сприяти перетворенню його в передову галузь суспільного виробництва, розвитку народного господарства, посиленню відповідальності за виконання договірних зобов'язань, забезпеченню схоронності вантажів, які перевозяться, безпеки руху і ліквідації аварійності. З метою врегулювання цих питань є потреба в гарантуванні безпеки судноплавства щодо ризиків вантажних морських перевезень, вдосконаленні та розвитку відповідної нормативної бази та приведенні її у відповідність з міжнародними вимогами.[1, 2-3]

Література:

1. Стратегічний планом розвитку морського транспорту на період до 2020 року (наказ Міністерства інфраструктури України 18 грудня 2015 року № 542) [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://mtu.gov.ua/projects/39/
2. Конвенцією МАРПОЛ (Міжнародна Конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року;
3. Міжнародний кодекс перевезення небезпечних вантажів (IMDG Code) [Електронний ресурс] - Режим доступу:http://www.donau.bg/uploads/file/Kodeks_MMOG_content.pdf;
4. **Ложачевська О.** Управління організаційно-економічним розвитком транспортного комплексу регіону: докт. екон. наук : 08.07.04 / Ложачевська Олена Михайлівна. – К., 2004. – 354 с.

УДК 347

ИСТОЧНИКИ МОРСКОГО ПРАВА ТУРКМЕНИСТАНА

Ходжаев Я., студент VI курса специальности 081 «Право»,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Туркменистан мало ассоциируется с морским государством. Более привычный образ – это пустынная страна в Средней Азии. Тем не менее, Туркмения имеет выход в Каспийское море. Хотя оно и внутренне, но дает возможность вести активное морское сообщение с Азербайджаном, Российской Федерацией, Ираном, а также Казахстаном. Через Туркменистан проходят транспортные коридоры, которые позволяю вести успешную торговлю между странами Европы и Азии. Одним из крупнейших внешнеэкономических партнеров Туркменистана является Украина.

Работа в области морского права в Туркменистане активизировалась в годы его независимости. Сначала максимум внимания уделялся вопросу делимитации Каспийского моря. В последнее десятилетие произошло бурное развитие норм законодательства Туркменистана в сфере торгового мореплавания. Была

проделана комплексная работа по развитию перевозок грузов и пассажиров, портов и портовых пунктов, был сделан значительный шаг по имплементации международно-правовых норм в сфере морского права в законодательство Туркменистана. Источники морского права Туркменистана еще не достаточно часто становились предметом теоретических исследований.

Теория права выделяет такие группы источников права: нормативно-правовые акты; правовые прецеденты; нормативно-правовой договор; правовой обычай; правовая доктрина; религиозно-правовая норма; международный правовой акт. [1]

Туркменистан относится к государствам континентальной правовой семьи, так что для него характерны в качестве источников права: нормативно-правовые акты; нормативно-правовой договор; правовой обычай; международный правовой акт.

Законодательство Туркменистана основывается на Конституции, утвержденной 18 мая 1992 за №691-XII с изменениями 25 сентября 2008 года. В полной мере это касается и вопросов морского права.

Основным специальным источником морского права Туркменистана является Кодекс торгового мореплавания Туркменистана 2008 года с изменениями и дополнениями. Статья 2 Кодекса торгового мореплавания Туркменистана гласит, что законодательство Туркменистана о торговом мореплавании основывается на Конституции Туркменистана и состоит из настоящего Кодекса и иных нормативных правовых актов Туркменистана, регулирующих вопросы торгового мореплавания. Имущественные отношения, возникающие из торгового мореплавания, регулируются настоящим Кодексом. К имущественным отношениям, не регулируемым или не полностью регулируемым настоящим Кодексом, применяются нормы гражданского законодательства Туркменистана. [2]

Среди нормативно-правовых актов - источников морского права следует назвать такие общие законодательные акты, как Таможенный кодекс Туркменистана, 01.01.2011; Налоговый кодекс Туркменистана, 25.10.2005. Нельзя не указать Закон Туркменистана «О Государственной границе Туркменистана», 04.05.2013 и др.

К нормативно-правовым актам в сфере торгового мореплавания относятся и Указы Президента Туркменистана «О международных принципах бухгалтерского учета перевозки грузов», 12.04.1994, и «О паспорте моряка Туркменистана», 13.03.1997.

Издание подзаконных нормативно-правовых актов в сфере морского права относится к компетенции Государственной службы морского и речного транспорта Туркменистана.

Что касается таких источников морского права, как международные правовые акты, то следует отметить следующее.

Туркменистан ратифицировал десять конвенций Международной морской организации (ММО), призванных способствовать развитию перевозок нефтепродуктов: Международную конвенцию о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью (CLC), 1969г.; Протокол к CLC 1992 года; Международные правила предупреждения столкновений судов в море, 1972г. (МППСС); Международную конвенцию о грузовой марке, 1966г. (LL); Протокол 1978 г. К МАРПОЛ; Международную конвенцию по охране человеческой жизни на море, 1974г. (СОЛАС); Международную Конвенцию о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты, 1978г. (ПДМНВ); Конвенцию о борьбе с незаконными актами, направленными против безопасности морского судоходства, 1988г. (SUA); Протокол SUA, который внес поправки в Конвенцию SUA, добавив к Конвенции положение о безопасности стационарных платформ, расположенных на континентальном шельфе, 1988г.; Международную конвенция по обмеру судов, 1969 г.

Туркменистан пока не является участником ни Международной конвенции об унификации правовых норм, касающихся коносаментов (Правила Гаага-Висби), ни Брюссельской конвенции об унификации правил, касающихся коносаментов, 1924 года, ни Конвенции о перевозке грузов морем 1978 года (Гамбургские правила). Так что Туркменистану еще предстоит сделать выбор между этими международно-правовыми режимами перевозки грузов морем.

Туркменистаном заключены следующие двусторонние соглашения в сфере торгового мореплавания: с Азербайджаном «О морском торговом судоходстве», 18.03.1996; с Казахстаном «Об использовании портов для обработки и перевозки транзитных грузов», 27.02.1997; с Турцией «О морской деятельности», 23.12.1997; с Узбекистаном «О международном речном пассажирском и грузовом сообщении», 27.11.1996.

Общей правовой основой деятельности Туркменистана в сфере международных перевозок являются многосторонние соглашения: между Казахстаном, Кыргызстаном, Таджикистаном, Туркменистаном, Узбекистаном «Об основах правового сотрудничества в области транспорта» (подписано в Бишкеке, 23.04.1992); между Азербайджаном, Грузией, Туркменистаном, Узбекистаном «О сотрудничестве в области регулирования транзитных перевозок» (подписано в Сарахсе, 13.05.1996).

Паромное сообщение регулируется конкретными соглашениями между министерствами транспорта Азербайджана и Туркменистана по организации международных железнодорожных паромных перевозок грузов через порты Баку и Туркменбаши, эксплуатации подвижного состава и контейнеров, учету объема перевозок и оценке их использование (28.11.2008). [3]

К источникам морского права относятся и правовые обычаи. Ярким примером такого источника являются правила порта. В Туркменистане находится один из крупнейших портов Каспийского моря – порт Туркменбаши, так что, его правила также можно привести как источник морского права Туркменистана.

Таким образом, в Туркменистане представлены такие группы источников морского права, как нормативно-правовые акты, международные правовые акты и правовые обычаи. Вопрос источников морского права Туркменистана требует дальнейшей теоретической разработки.

Литература:

1. **Скакун О.Ф.** Теорія держави і права: Підручник / Пер. З рос. – Харків: Консум, 2001. – С. 308.
2. Кодекс торгового мореплавання Туркменистана [електронний ресурс]: Законодательство стран СНГ– Режим доступа: http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=25079
3. Логистические процессы и морские магистрали II: проект Мастер-плана “LOGMOS” – Приложение 9.1: Обзор страны Туркменистан, 2013. [електронний ресурс]: – Режим доступа: www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/TAREP/.../Master_Plan/MPA9.1TMRU.pdf

Секція. 13.
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 005: 338.28

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ПОРТОВ

Харитонов Ю.Н., Афанасьев О.В.,Грешнов А.Ю.
Украина, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Эффективное использование потенциала морских и речных портов Украины позволяет в значительной степени решать ряд социально-экономических проблем государства, что актуализирует вопросы их дальнейшего развития [1].



В настоящее время одним из определяющих трендов развития портов в направлении повышения эффективности их эксплуатации следует считать переход на «интеллектуальное управление», которое подразумевает внедрение в систему управления портовой деятельностью компьютеризированных комплексов [2,3].

Выполненные исследования показывают, что дальнейшее развитие портов коснется, прежде всего, систем энергоснабжения и электропотребления портовой инфраструктуры – переход на технологическую платформу SmartEnergy, а также, систем сбора, анализа, обработки данных и принятия управленческих решений –переход на технологическую платформу SmartPort.

Показано, что осуществление данных переходов требует формирования соответствующих информационных платформ, которые условно подразделяются на общие и индивидуальные. Общие информационные платформы, в основном, содержат информационные массивы, касающиеся законодательного поля, прогнозной базы структурно-параметрических характеристик элементов портовой инфраструктуры и др., индивидуальные информационные платформы – учитывают особенности конкретного порта: его географического расположения, характеристики акватории, структурно-параметрические характеристики существующего в данном порту технологических процессов и оборудования, другое.

Рассмотрены основные задачи формирования информационных платформ для проектов развития морских и речных портов Украины: проведение энергетических обследований систем энергоснабжения и энергопотребления портов, исследование существующей организационной структуры порта, проведение исследований и формирование баз данных структурно-параметрических характеристик портовой инфраструктуры каждого из портов, определение перечня первоочередных проектов модернизации и реконструкции портов и портовой инфраструктуры.

Литература

3. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, від 11.07.2013 за № 548р
4. Министерство инфраструктуры Украины. Государственное Предприятие «Администрация морских портов Украины» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.uspa.gov.ua/ru/
5. Port of Tallinn: Description Product development pilot project “Smart Port” Tallinn [Електронний ресурс] – Режим доступа: /http://www. portoftallinn.com/smart 2014 port
6. Kalmar SmartPort Solutions [Електронный ресурс] – Режим доступа /http: //navis. com/ Kalmars martport-solutions

УДК 641.431.34

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ «МЕЖРАБОЧЕГО» ПЕРИОДА ДВС НА МАССОГАБАРИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

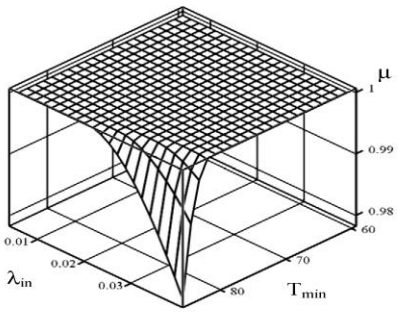
[1]В.В.Голеншин, [1]М.Ю. Харитонов, [2]Варшамов А.В.
Украина, [1]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,
[2]Черноморский национальный университет имени Петра Могилы

В публикации [5] приведены результаты показывающие, что применение комбинированного ТА в системе предпускового прогрева ДВС малотоннажных судов, в сравнении с теплоемкостным ТА, позволяет в определенном диапазоне расчетных параметров значительно уменьшить объем теплового аккумулятора. Однако, в данной публикации не рассмотрено влияние «межрабочего» периода ДВС на соотношение массогабаритных параметров теплоемкостного и комбинированного ТА.

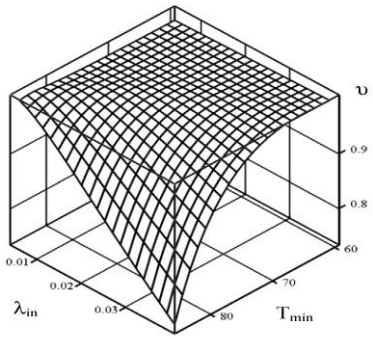
Для условий, изложенных в публикации [5], и с использованием описанной там же математической модели была выполнена оценка влияния продолжительности «межрабочего» периода ДВС (τ) на массогабаритные параметры комбинированного ТА в сравнении с теплоемкостным ТА.

На рисунке 1 приведены результаты расчетов функций v и μ, представляющих собой отношение, соответственно, минимизированных объемов и масс ТА с использованием капсулированного ТАМ, если это рационально, и без его использования, зависящих от допустимой температуры остывания основного ТАМ – T_{min} и приведенной теплопроводности изоляции ТА – λ_{in}. В качестве капсулированного теплоаккумулирующего материала использовался гексагидрат нитрата магния, масса смазочного масла составляла 40 кг, свободный объем над поверхностью смазочного масла составлял 25% от объема масла.

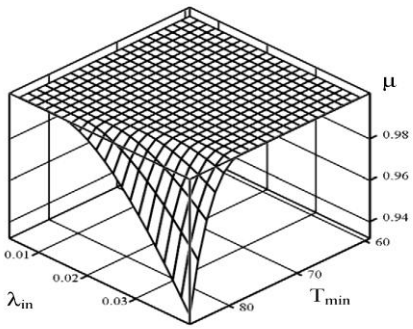
На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что с увеличением проектного «межрабочего» периода ДВС массогабаритные параметры комбинированного ТА, в сравнении с теплоемкостным ТА, улучшаются и диапазон его рационального применения расширяется.



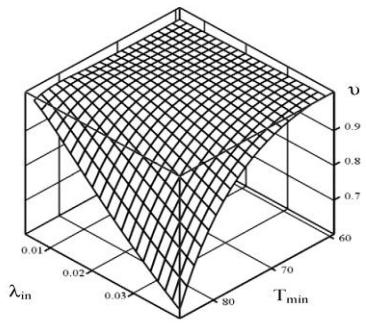
τ= 4 часа



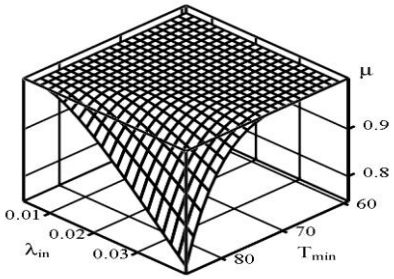
τ= 4 часа



ъ= 6 часов

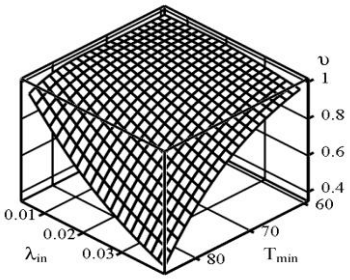


ъ= 6 часов



ъ= 12 часов

а) уменьшение массы ТА



ъ= 12 часов

б) уменьшение объема ТА

Рисунок 1 – Относительное уменьшение массогабаритных параметров теплоемкостного ТА (со свободным объемом, масса смазочного масла – 40 кг) при использовании капсулированного гексагидрата нитрата магния

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сомов, В. А.** Проблемы экономии топлива на водном транспорте [Текст] / В. А. Сомов. – Л.: Судостроение, 1983. – 100 с.

2. **Семанов, Г. Н.** Вредные выбросы в атмосферу от судов: на пути к стандартам ИМО [Текст] / Г. Н. Семанов // Наука и транспорт. Морской и речной транспорт. – 2013. – №1 (5). – С. 45–47.

3. **Голеншин, В. В.** Экспериментальные исследования температурного состояния оборудования и корпусных конструкций в машинном отделении малотоннажного судна [Текст] / В. В. Голеншин, В. И. Шалухин, А. В. Варшамов // Вісник Інженерної академії України. – 2011. – № 2. – С. 159–162.

4. **Варшамов, А. В.** Выбор перспективных схем теплоаккумулирующих систем предпускового прогрева двигателей внутреннего сгорания [Текст] / В. В. Голеншин, А. В. Варшамов, М. Ю. Харитонов // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія"]. Серія: Техногенна безпека. Радіобіологія. – 2016. – Т. 280, Вип. 268. – С. 21-27. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdutb_2016_280_268_5.

5. **Голеншин, В. В.** Параметры комбинированного теплового аккумулятора для системы смазки ДВС судов портового флота [Текст] / А. В. Варшамов, В. В. Голеншин, М. Ю. Харитонов // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили]. Серія: Техногенна безпека. Радіобіологія. – 2017. – Т. 289, Вип. 277. – С. 101-106. – Режим доступу: https://chmnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/NP-tehn.-bezpeka-2017-Vip-277-Tom-289.pdf.

УДК 005: 338.28

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ «МСП НИКА-ТЕРА»

[1]А.А. Дворник, [2]Ю. Н. Харитонов
Украина, [1]Морской специализированный порт «Ника - Тера»
[2]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова



Одним из перспективных морских портов Украины следует считать «МСП НИКА-ТЕРА»[1]: порт обладает удобным географическим расположением, что обеспечивает круглогодичную навигацию, относительно большой продолжительностью причальной стенки, постоянно развивающейся инфраструктурой порта и многое другое. Известные преимущества позволили в 2017 году довести объем грузооборота в порту до 4.17 млн. тонн, в том числе: зерновые грузы составили – 62,35%, навалочные – 32,48%, хим. и минеральные удобрения – 5,15%, другие – 0,5 тыс. тонн.

Необходимость интеграции транспортного комплекса Украины в мировую систему грузоперевозок ставит перед владельцами портов ряд задач, решение которых позволит обеспечить их конкурентоспособность [2,3] .

Рассмотрены основные направления дальнейшего развития «МСП НИКА-ТЕРА», среди которых следует отметить: расширение номенклатуры перегружаемых грузов, развитие портовой инфраструктуры и повышение ее энергетической эффективности, соблюдение экологических норм при эксплуатации оборудования порта и перегрузки грузов, сертификация операционных процессов и многое другое.

Анализируются основные тренды, обеспечивающие повышение компетенций топ-менеджмента порта, как платформы его дальнейшего развития.

Приводится содержание разделов учебной программы повышения компетенций топ-менеджмента порта, интегрирующей в себе базовые знания и основные планы развития порта.

Список литературы

1. Морской специализированный порт Ника-Тера [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://nikatera.com/ru/
2. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, від 11.07.2013 за № 548р
3. Министерство инфраструктуры Украины. Государственное Предприятие «Администрация морских портов Украины» [Електронний ресурс] – Режим доступа: http://www.uspa.gov.ua/ru/

УДК 005: 338.28

РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОРТОВ

Ю. Н. Харитонов, А. Скороход
Украина, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

В настоящее время одной из проблем дальнейшего развития морских портов Украины остается проблема развития их железнодорожной инфраструктуры [1].

Приводятся статистические результаты работы портов и железной дороги Украины за первое полугодие 2018 года по отношению к аналогичным показателям 2017 г.: экспорт зерна из Украины снизился на 10% - на внешние рынки было поставлено 39,4 млн т зерновых; по итогам работы наибольшее снижение объемов перевалки в портах показали руда и черные металлы: - 611 тыс. т и -179 тыс. т , соответственно.

Выполненные исследования [2] указывают на наличие ряда факторов, сдерживающих развитие железнодорожной инфраструктуры портов: отсутствие свободных территорий, рост дефицита железнодорожной тяги, специализированного грузового состава, простой вагонов и многое другое.

Рассмотрены отдельные проекты развития железнодорожной инфраструктуры портов и подъездных путей (рис.1).

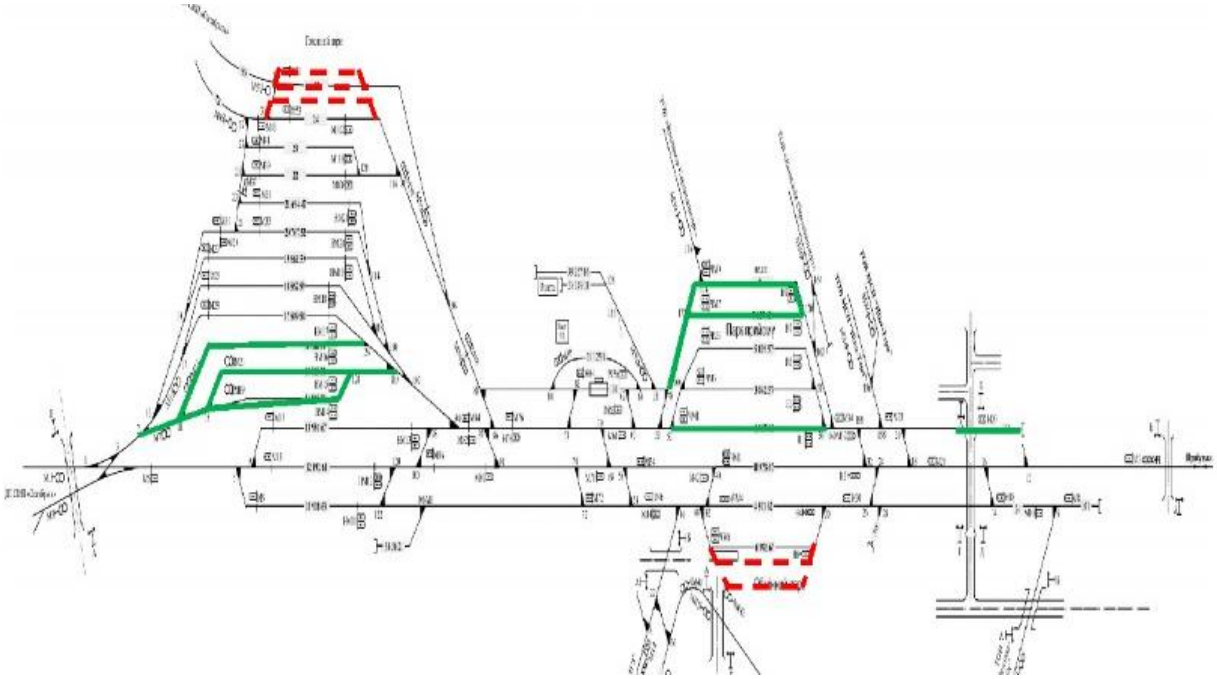


Рисунок 1 – Принципиальная схема реконструкции и модернизации ж/д путей станции «Жовтнева»

Литература

1. "Бутылочные горлышки": Справятся ли припортовые ж/д станции с грузоперевозками в пиковый период. [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://cfts.org.ua/articles/
2. Негативная динамика ж/д и портов год к году и месяц к месяцу
[Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cfts.org.ua/articles/cargo_outlook_ iyul_2018_g_1439/102854

УДК 001.891:621.319.4

СНИЖЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНТАКТНОГО КОНДЕНСАТОРА ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛАГООТДЕЛЕНИЯ

Борцов А.С., Шевцов А.П.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Снижение массогабаритных показателей контактного конденсатора существенно снижает массогабаритные показатели контактных газапаротурбинных установок.

Снижение габаритных размеров контактного конденсатора приводит к снижению площади прохода газопаровой смеси, что существенно влияет на скорость газопаровой смеси и дисперсный состав капель.

В предлагаемом исследовании решается задача влияния процессов влагоотделения на массогабаритные показатели влагоотделителя-сепаратора и контактного конденсатора в целом.

Анализ результатов математического моделирования процессов влагоотделения при поверочных расчетах показывает, что допущения о независимости и постоянстве локальных коэффициентов эффективности влагоотделения завышают их общее расчетное значение, которое выражают уравнением

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1)^4,$$

где

- общее значение эффективности влагоотделения; - локальное значение эффективности влагоотделения отдельной ступени; - количество ступеней в влагоотделительном устройстве.

Сравнение расчетных и экспериментальных данных для геометрических показателей контактного конденсатора КК-40 КГПТУ-16 [1], на основании которого составлялась математическая модель с дальнейшей ее верификацией показало, следующее. Общее значение эффективность четырехволнового влагоотделителя-сепаратора с одинаковыми локальными коэффициентами осаждения волнового профиля $\eta_1 = 70\%$. составляет 99,19% улавливания на всех четырех ступенях, а фактическое значение - 94,2%.

При определении общей эффективности осаждения ступеней влагоотделителя-сепаратора с различными локальными коэффициентами осаждения и отсутствием влияния ступеней сепарации друг на друга принималось дисперсное распределение, представленное на рис. 1[2].

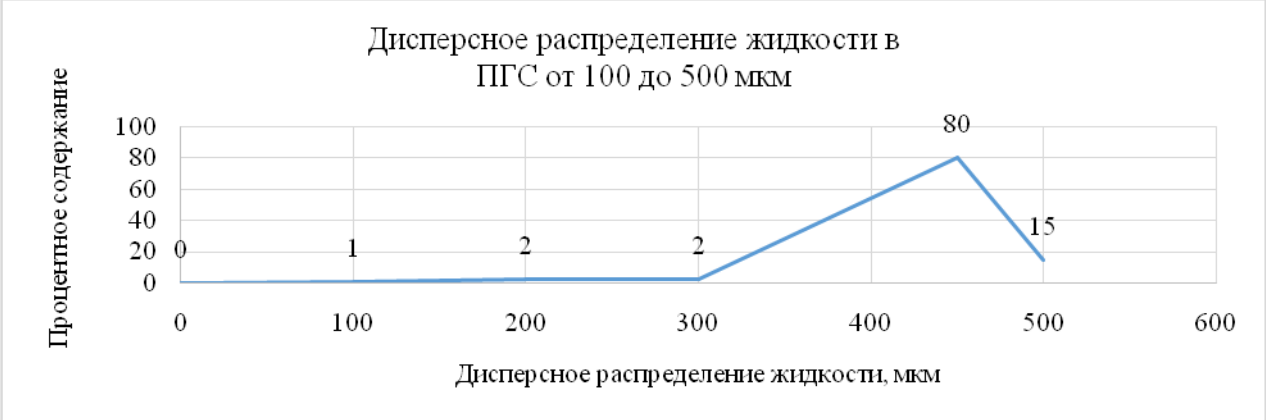


Рис. 1 Дисперсное распределение капель диаметром до 100 мкм

Если эффективность каждой последующей ступени улавливания определяется как

$$\eta = \frac{M_{\text{уловленн } i}}{M_{\text{проск } i-1}},$$

где $M_{\text{осажд } i}$ – суммарная масса влаги уловленной на *i* - ой ступени, $M_{\text{проск } i-1}$ - суммарная масса влаги не уловленной на ступени *i-1,* то локальные значения эффективности влагоотделения по ступеням в зависимости от дисперсного содержания влаги представлено на рис. 2.

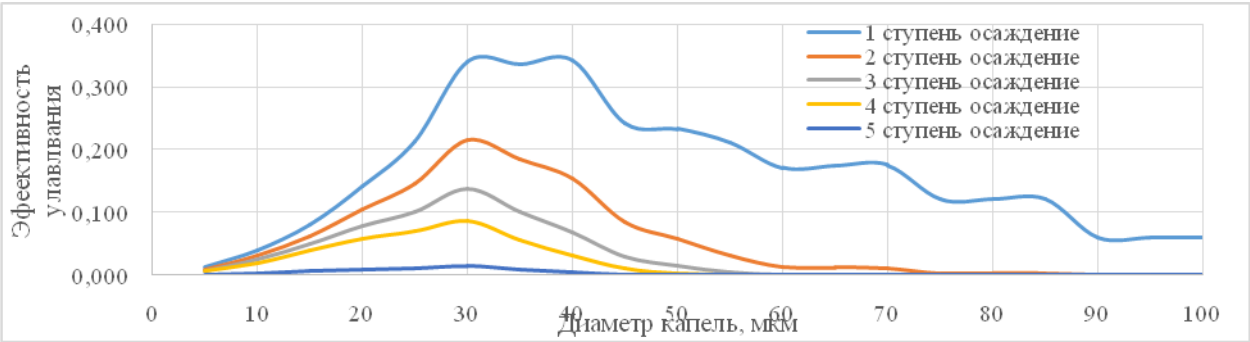


Рис. 2 Суммарное осаждение влаги по ступеням влагоотделителя-сепаратора

Суммарная эффективность осаждения на 4 ступенях влагоотделителя-сепаратора составляет 87,3%.

Для исследования влияния различных сил, которые действуют при движении капель в установившемся потоке насыщенной газопаровой смеси, на эффективности осаждения ступеней влагоотделителя-сепаратора при различных эффективностях осаждения с учетом взаимного влиянием ступеней сепарации друг на друга была реализована 3D модель проточной части [3].

В процессе расчета задавались следующие исходные данные: расчетная сетка в виде треугольных сегментов объемом *V*=1.903276e-09 м^2; плотность газопаровой смеси $\rho_{\text{г}} = 1{,}225\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; вязкость газопаровой смеси $\mu_{\text{г}} = 1{,}79 \cdot 10^{-5}\ \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$; материал стенки канала – нержавеющая сталь с шероховатостью 0,1 мм; диапазон начальных значений минимальных диаметров капель – 5, 10, 25, 50 ,75, 100 мкм; скорость газопаровой смеси на входе во влагоотделитель-сепаратор 3,46 м/с.

В результате расчета определено следующее. При диаметре капель более 10 мкм их осаждение наблюдается на первых ступенях, что свидетельствует о высоких инерционных характеристиках и максимальное суммарное осаждение составляет 99,92%. Уменьшение габаритов влагоотделителя-сепаратора по всей площади фронта насадки до 75% уменьшит материальные затраты на его производство при незначительном уменьшении величины осаждения влаги.

В результате работы получены зависимости влияния диаметра капель от 5 до 500 мкм и геометрических показателей сепарирующих поверхностей на локальные и общее значения эффективности влагоотделения при форсировании скорости газопаровой смеси.

На основании взаимного влиянием ступеней сепарации друг на друга обоснована возможность достижения максимального суммарного осаждения капель до 99,9% и указаны пути ее достижения в многоступенчатых влагоотделителях-сепараторах для контактных конденсаторов гагопаротурбинных установок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вплив об'ємної конденсації води при форсуванні швидкості газопарового потоку на ефективність сепарації в контактному конденсаторі[Текст] / А.П. Шевцов, О.Борцов //Збірникнауковихпраць НУК. – 2014. – Вип. 6. – С.44-50. 2. Фукс, Н. А.Успехи механики аэрозолей. Итоги науки. Химические науки [Текст] / Н. А. Фукс. – М. : Изд-во АН СССР, 1961.

3. **Фукс Н.А.** Испарение и рост капель в газообразной среде[Текст] / Н. А. Фукс. – М. : Изд-во АН СССР, 1958.

УДК 656.61: 517

ОЦЕНКА ВЗРЫВО- И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ЗЕРНА В МОРСКИХ ПОРТАХ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Поздняков А.В.,
Шевцов А.П.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Морские порты являются связующим звеном между морским и другими видами транспорта и объектами, где перегружаются и хранятся зерновые и сыпучие грузы. Особенностью условий, связанных с перегрузкой зерна, является запыленность пространства в зоне работы транспортного оборудования и накопление значительных зарядов статического электричества при транспортировке. При нарушении местного заземления транспортного оборудования заряды статического электричества инициируют искрение с мощностью достаточной для взрыва пылевоздушной смеси взрывоопасной концентрации. Обеспечение условий безопасной работы обслуживающего персонала, эксплуатации оборудования, устранения аварийных остановок транспортного оборудования и потерь зерна является актуальной комплексной проблемой при перегрузке зерна в морских портах.

. Устройство и тип транспортного оборудования (транспортеры, нории), расположение их и других объектов (галереи, пересепные станции, основные и вспомогательные помещения, склады) в определенной мере сказываются на их взрыво- и пожаробезопасной категорийности. Это вызывает потребность решения задач об определении значений критериев взрыво- и пожаробезопасности с учетом времени суток,

планируемого времени прихода судов, железнодорожного и автомобильного транспортов, расположения складских помещений на территории порта. Решение проблемы возможно в результате создания математических моделей разгерметизации технологического объекта, в результате которого происходит аварийный выброс в окружающий объем зерновой пыли из зерна. Исследования на таких моделях является эффективным способом определения категории помещения и подбора рациональных показателей технологий грузооборота зерна в нем.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. Зерноперегрузочные комплексы и элеваторы морских портов классифицируются по следующим признакам: месту расположения на территории порта; конструкции и типу сооружений; виду зерна и характеру его хранения; строительного материала. Основными принципами, определяющими размещение зерноперегрузочных комплексов и элеваторов на территории порта, являются обеспечение прямолинейности зернопотоков, удобство транспортирования зерна и хорошая связь с транспортными путями.

Пересыпные станции с открытыми площадками для хранения, расположенные в непосредственной близости от кордона причала, называются прикордонными и предназначены для краткосрочного хранения зерна. Их площадь, длина, ширина зависят от грузоподъемности и размеров прибывающих судов. Элеваторы размещаются более удаленно от причальной линии, внутри портовой территории и предназначены для длительного хранения зерна.

Существуют различные модели расчета таких пересыпных станций и элеваторов, но результаты предыдущих исследований показывают, что использование конвеерных линий закрытого исполнения и технологических решений очистки воздуха на рабочих местах с помощью аспирационного и вентиляционного оборудования обеспечивает запыленность в пределах допустимой концентрации на уровне 4 мг/м^3. Однако существующие модели больше относятся к условиям работы промышленных предприятий и не учитывают особенности функционирования морских портов и ряд условий, которые вызваны особенностями перегрузки зерна в них.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Учет специфики расположения пересыпных станций и элеваторов на территории порта, технологических процессов и оборудования перевалки и хранения зерна в порту дает основание совершенствованию имеющихся моделей, для проведения исследования функционирования этих объектов в условиях взрыво- и пожаробезопасности. При этом процессы накопления пыли, формирования дисперсного и доли горючего составов, утечек при отключении оборудования, удаления и осаждения отображаемые в усовершенствованной имитационной модели, должны удовлетворять категориям помещений В и Д.

Расчетная модель строится для одного полного технологического цикла перегрузки зерна, предпочтительно на одни сутки. В этой модели используются понятия "расчетный поток поступающего зерна" и "расчетный поток отправляемого зерна ". Процедура задания этих расчетных потоков является предельно важным шагом подготовки к построению модели.

Весь цикл работы модели разбивается на временные шаги, и весь процесс моделирования заключается в последовательном просчете каждого шага. Во время расчета определяется количество пыли, которая может образовать взрывоопасную смесь. Это количество определяется исходя из двух условий: накопление пыли в объекте до аварии за счет негерметичности оборудования и аварийный выброс пыли в объекте за нормированное время. Расчет каждого шага моделирования делается с учетом результатов предыдущего шага.

Имитационное моделирование позволяет учесть все вероятностные параметры потоков во времени и провести моделирование не одного дня, а достаточно длительного периода - вплоть до целого года работы перегрузочных комплексов.

Цель и задачи исследования. Цель моделирования состоит в оценке категории взрыво- и пожаробезопасности объекта на основании критерия избыточного давления взрыва с учетом влияния условий перегрузки зерна.

Основные задачи исследования при моделировании следующие:

- определение массы зерновой пыли выделенной при перегрузке зерна на объекте и перешедшей в аэрозоль;

- определение массы зерновой пыли выброшенной на объекте при аварии и перешедшей в аэрозоль;

- определение условий применения критерия взрыво- и пожаробезопасности объекта на основании величины избыточного давления при взрыве на категорирование;

- оценка категории взрыво- и пожаробезопасности при перегрузке зерна объектов морского торгового порта.

Метод исследования - математическое моделирование с численным экспериментом.

Основные результаты исследования. На основании заданных исходных данных рассчитаны величины избыточного давления при взрыве в помещениях и внешних установках. Полученные значения не

превышали значение 5 кПа, что соответствует категориям помещений В, Г и Д, а внешних установок $В_3$. Эти результаты позволили сформировать сведенную таблицу показателей категорий, классов помещений и внешних установок. Согласно этой таблице к категории В относятся следующие помещения: галереи подземные и наземные, галереи для конвеерных линий, отдельные эстакады-галереи, пересыпные станции, переходные галереи, трансформаторная, вагоноопрокидыватель, склады наземного хранения зерна, пристройки перегрузочных узлов, силосы зерновые, подсилосные галереи, галереи к складам и здание трансформаторной. К категории $В_3$ относятся: отдельные эстакады-галереи, надсилосные галереи и оголовок норийной башни силосного корпуса. К категории Д относятся: электроцех, кладовые, токарный цех, слесарный цех, вентиляторная, здание лаборатории анализа с пробоотборниками, здание весовой автотранспорта и здание насосной станции пожаротушения. Топочная имеет категорию Г.

Приведенные результаты основываются на положениях нормативной документации:

НАПБ Б.03.002-2007 «Нормы определения категорий помещений, зданий и внешних установок по взрывопожарной и пожарной безопасностям»;

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность»;

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность»;

ГОСТ 12.1.041-83 «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей»;

ПБ 09-170-97 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающихпроизводств»;

ДБН В.2.2-8-98 «Здания и сооружения. Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна».

УДК 656.615:005.511

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ МОРЕМ

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Барабанова Ю. Е., Бондаренко Т.В.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Перевозка грузов морем сегодня производится в большей части с помощью контейнеровозов различного водоизмещения. Транспортный поток таких грузов осуществляется в Мировом океане по установленным маршрутам, например, Нью-Йорк – Амстердам или Новый Орлеан-Шанхай (через Панамский канал).

Анализ эффективности традиционной мировой схемы обработки грузовых контейнеров показывает, что, несмотря на преимущества этого логистического решения есть существенные недостатки. Одним из недостатков является ограниченность во времени обработки контейнеровозов в порту, что приводит к перевозки пустых контейнеров (до 40% и более). Кроме того, некоторые грузы в контейнерах складируются в порту отбытия контейнеровозов и хранятся до экономически-выгодного объема их транспортировки к конечному пункту назначения. Поэтому небольшая партия контейнеров с грузами может быть перевезена не по назначению. В связи с этим существует необходимость повысить эффективность и оперативность контейнерных перевозок путем устранения выше указанных недостатков.

Предлагается следующая трансформация существующего способа перевозки грузов морем, которая состоит в перевозке грузовых контейнеров с помощью автомобильного, железнодорожного, речного или иного транспорта, складирования и временного хранения грузовых контейнеров с грузом в морских портах отбытия контейнеровоза. Грузовые контейнеры с грузом доставляются в районы размещения потребителей грузов, в порты следования контейнеровозов, при чем в районах пересечения маршрутов грузов, контейнеры с грузом, перевозимые в иной порт назначения переваливаются на узловые точечные причалы. На этих причалах осуществляется складирование и временное хранение контейнеров до прихода контейнеровоза, идущего в направлении конечного пункта назначения грузов. При следовании контейнеровоза из другого порта отбытия по маршруту доставки временно хранимых на узловом точечном причале контейнеров, контейнеровоз швартуется к узловому точечному причалу, и хранящиеся на нем контейнеры переваливаются на контейнеровоз, с помощью которого они доставляются в конечный пункт назначения грузов.

При необходимости на узловом точечном причале может производиться дозаправка контейнеровоза топливом, смазочными материалами, погрузка провизии и другого судового снабжения.

УДК 656.615:005.511

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДВОДНОГО ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПОД ВОДОЙ

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Галицкая О.Д., Байкулов Ш.

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

В мировой практике известны логистические решения хранения нефтепродуктов под водой. Эти решения предусматривают их хранение в подводном железобетонном хранилище, представляющий собой ряд железобетонных сооружений в виде основного понтона и двух комбинированных цилиндрических резервуаров, расположенных на морском дне.

Однако такое решение имеет существенные недостатки, заключающиеся в необходимости размещения нефтехранилища на большой глубине, так как оно ограничивает над ним проход судов с большой осадкой, а при размещении на мелководье есть опасность воздействия на устройство нефтехранилища ветровых волн.

Известна также логистическая схема хранения и отбора нефтепродуктов из резервуара нефтехранилища под воздействием сжатого газа.

Недостатком этого способа является необходимость свободного места для размещения в существующей наземной инфраструктуре, занятой промышленными предприятиями и сооружениями.

Для хранения большого объема нефтепродуктов предлагается использовать технологию, обеспечивающую размещение их в резервуарах (трубопровод) под водой без нарушения существующей инфраструктуры наземной территории и оперативное снабжение нефтепродуктами потребителей вблизи водоемов, а также перегрузка нефтепродуктов с одного транспортного судна на другое, с временным хранением его в подземном нефтехранилище. Возможна доставка нефтепродуктов в подводное нефтехранилище судном с большой грузоподъемностью и разгрузка нефтехранища мелкотоннажными судами.

Это логистическое решение предполагает закачку нефтепродуктов с транспортного судна через точечный причал по входному трубопроводу или с берега по магистральному трубопроводу в подводное нефтехранилище. При чем откачка из подводного нефтехранилища происходит путем выдавливания нефтепродуктов сжатым газом к потребителю на берег по магистральному трубопроводу или через точечный причал на транспортное судно. При этом сжатый газ подается по специальному трубопроводу в верхнюю часть подводного нефтехранилища. Хранение нефтепродуктов производится в модулях, состоящих из герметичных труб различного диаметра, расположенных рядами в несколько ярусов, размещенные на дне водоема на глубине безопасной для судоходства и от воздействия ветровых волн. Удержание этих модулей на дне водоема производиться за счет мертвых якорей, размещенных по бокам модулей и связанных между собой гибкими элементами, например, лентами, которые охватывают трубы сверху. Распределение потока нефтепродуктов и газа между трубами осуществляется с помощью манифольдов (вентильные блоки), расположенных на входе и на выходе модулей.

Применение предлагаемого логистического решения обеспечит прохождение судов с большой осадкой при размещении подводного нефтехранилища на мелководье, а так же надежность самого хранилища при повышенных штормовых условиях.

Предлагаемая логистическая схема позволит хранить нефтепродукты в больших объемах в районах, где нет возможности размещать их на берегу с уже существующей наземной инфраструктурой.

УДК 656.615:005.511

ВИРОБНИЧА ЛОГІСТИКА ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

Казарєзов А.Я., Галь А.Ф., Марциновський М.А.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Логістична концепція організації виробничого процесу являє собою сукупність спеціальних правил і методів організації та управління матеріальними потоками, заснованих на розумінні виробничої діяльності як потокового процесу, з метою досягнення її високої ефективності і конкурентоспроможності для підприємств - учасників логістичного ланцюга поставок. Це означає, що логістика вирішує багатокритеріальні оптимізаційні завдання, успіхи яких досягаються тоді, коли всі ланки логістичного ланцюга інтегровані в єдиний процес.

Виробнича логістика - це система планування, організації та здійснення внутрішньозаводських вантажопотоків сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, напівфабрикатів, готових виробів і продукції. У рамках виробничих логістичних систем вирішується ряд завдань, включаючи прогнозування потреб у

продукції, транспорті, контроль за станом запасів, збір та обробка замовлень, Для забезпечення заданого рівня конкурентоспроможності на підприємстві необхідно організувати і здійснити процеси пошуку, підготовки та реалізації нововведень, які нададуть можливість підвищити ефективність основних логістичних функцій: закупівельної, виробничої та збутової діяльностей.

Сучасні тенденції розвитку інновацій в логістиці спрямовані на [2]:

– використання адаптивних і гнучких логістичних систем і ланцюгів постачань;

– впровадження нових або значно вдосконалених інформаційно-комунікаційних технологій;

– глибоке дослідження ринку та застосування підходів і методів проектного менеджменту.

Однією з основних завдань сучасної логістики є максимальна координація матеріальних та інформаційних потоків при їх об'єднанні. Для вирішення цього завдання все ширше застосовується електронна обробка даних, автоматизація виробництва і впровадження інших нових досягнень при вдосконаленні структури інформаційних потоків в логістиці.

Важливу роль в логістичних інноваціях відіграють інформаційні технології. До найбільш відомих комп'ютерних систем, використовуваних в логістиці, можна віднести: Enterprise Resourse Planning (ERP) – Планування ресурсів підприємства, Warehouse Management System (WMS) – Система по управлінню складом, Transport Management System (TMS) – Система по управлінню транспортом, Customer Relationship Management (CRM) – Управління взаємовідносинами із споживачами (постачальниками), Radio Frequency Identification (RFID) – Система радіочастотної ідентифікації палет (гофрокоробов і т.д.) за допомогою радіоміток [1].

Широке застосування інформаційних технологій дозволяє вирішити більш складні завдання, створити єдину систему і автоматизувати складні, багатоетапні, розподілені в часі і просторі виробничі процеси, що виконуються великою кількістю технологічного обладнання. Головна мета, при впроваджені нових методів організації виробничих процесів - підвищення рівня використання обладнання і зниження виробничих витрат.

Конкурентоспроможність сучасного виробництва можлива за умови гнучкого пристосування товарного асортименту до вимог кінцевих споживачів. Принципи і прийоми логістики дозволяють підприємствам адаптуватися до змін попиту через створення запасу виробничої потужності та впровадження нових технологій.

Список літератури:

1. Основи логістики [Текст] : навчальний посібник / Я.І. Бедрій, Є.М. Тарнавський, С.М.Тригуб, В.Ф. Ходаковський. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 260с

2. **И.С. Алиев, И.В. Чумаченко.** Оптимизация логистическх процессов и систем: Учебное пособие. – Национальный Аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» — Х, 2009. — 70с.

УДК 656.615:005.511

УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ МЕРЕЖ

Казарєзов А.Я., Галь А.Ф., Киржеу С.С.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Інфраструктура є невід'ємною частиною логістичних систем, і факт її відсутності або слабкої розвиненості зазвичай має значний негативний вплив на економічний розвиток певних об'єктів (зокрема, країн, регіонів, ланцюгів поставок, підприємств).

На сьогоднішній день в усьому світі в зв'язку з активним розвитком мереж роздрібної торгівлі, вимоги щодо якості обслуговування зростають. Конкурентні позиції торговельних мереж на ринку залежать від їх спроможності забезпечити доступність товарів для споживачів та рівня якості логістичного обслуговування. При розробці стратегій розвитку компаній, управлінський персонал все частіше згадує про використання логістики на підприємстві, як фактор впливу на доходи організації.

Основною формою логістичних утворень, спрямованих на забезпечення основних цілей логістики та оптимізації витрат, є логістичні ланцюги постачання. Системи управління ланцюгами поставок (англ. Supply Chain Management, SCM) призначені для автоматизації та управління всіма етапами постачання підприємства, а також для контролю за товарорухом на підприємстві. Система SCM дає змогу значно краще задовольнити попит на продукцію компанії і знизити витрати на логістику і закупівлі. SCM охоплює весь цикл закупівлі сировини, виробництва і поширення товару [1].

В Україні лідерами за темпами розвитку торговельних мереж виступають наступні мережі: «АТБ» (372 магазини), «Фуршет» (98 магазинів), «Фоззі» (4 гіпермаркети «Fozzy»; 159 супермаркетів «Сільпо»; 129 магазинів «Фора»), «Велика кишеня» (45 супермаркетів), "Метро"(25 центрів оптової торгівлі) тощо.

Дослідження логістичних ланцюгів торговельних мереж показало наступне:

- провідні торговельні мережі використовують, переважно, централізовану форму доставки;
- для скорочення строків постачання, економії витрат на транспортування компанії переходять на власну логістику з побудовою розподільчих центрів, об'єднання логістичних розподільчих ланцюгів;
- в умовах кризи спостерігається відмова від послуг посередників-постачальників, закордонних та крупних національних постачальників в бік місцевих постачальників для мінімізації вхідної ціни на товари;
- широке розповсюдження отримує електронна логістика, яка націлена на забезпечення точності строків, обсягів поставок, покращення документообігу, мінімізацію витрат тощо.

Найбільш вагомими складовими логістичної інфраструктури, які суттєво впливають на результативність її застосування у ланцюгах поставок, є транспортна і комунікаційна інфраструктура [2]. Найоптимальнішою стратегією роботи торговельної мережі буде стратегія партнерства з крупними місцевими постачальниками, для цього потрібно:

- разом з постачальниками працювати над скороченням логістичних циклів в ланцюзі поставки. Даний захід дасть можливість скоротити оборотність товару, зменшити грошові кошти, які іммобілізовані в товарних запасах, та зменшити строки товарних кредитів;
- упроваджувати електронну логістику, що стане запорукою успіху в сучасних умовах.

Список літератури:

1. Supply chain logistics management / [D. Bowersox, D.J. Closs, M.B. Cooper]. – McGraw-Hill/Irwin, 2007. – 410 p.

2. **Григорак: М.Ю.** Логістична інфраструктура: [навч. посібник] / М.Ю. Григорак, Л.В. Костюченко, О.Є. Соколова. - К.: Логос, 2013. - 400 с.

3. **Крикавський Є.** Логістичні системи : [навч. посібник] / Є. Крикавський, Н. Чорнописька. – Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2009. – 107 с

УДК 656.615:005.511

ПРОЕКТ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА КАК ЭЛЕМЕНТА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Балинский Д.М., Пономарев Д.В.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Работа логистических транспортных предприятий в современных условиях характеризуется сложностью и разнообразием решаемых задач, что вызывается многообразием проблем, связанных с изменчивостью внешней среды и необходимостью повышения эффективности деятельности транспортных предприятий.

Материальный поток на пути от первичного поставщика к конечному потребителю проходит, как правило, длительный путь. На всех этапах движения материальный поток обеспечивается различными видами транспорта. При пересечении автомобильным транспортом водных преград возникает необходимость в создании мостовых переходов.

Стационарные мостовые переходы, срок эксплуатации которых составляет десятки, а то и сотни лет, время от времени требуют капитальных ремонтов. Капитальный ремонт моста нарушает устойчивые логистические потоки, приводит к перегрузке других мостовых переходов и влечет значительные незапланированные логистические расходы.

Одним из путей решения транспортной проблемы, возникающей при ремонте мостов, является строительство параллельных мостовых переходов. Указанный путь является достаточно эффективным, но одновременно и дорогим, что объясняется тем, что в момент ремонта одного из параллельных мостовых переходов второй переход оказывается перегружен. Перегруз мостового перехода против проектной величины транспортного потока, как показывает опыт эксплуатации, приводит к интенсивному износу моста. В момент одновременной эксплуатации параллельных мостовых переходов оба моста работают в режиме сниженной нагрузки, что приводит к недогрузке мостов и дополнительным неоправданным транспортным расходам.

Иным путем решения транспортной проблемы, возникающей при ремонте мостов, является установка временных наплавных мостовых переходов, пропускная способность которых должна обеспечивать потребности логистических систем региона на время ремонта капитального моста. Установка временных наплавных мостовых переходов в свою очередь создает препятствия для функционирования водных логистических систем региона.

В Национальном университете кораблестроения им. адмирала Макарова разработана конструкция наплавного мостового перехода, который позволяет малым и средним судам проходить под мостом без разводки последнего. Для прохода крупных судов, как и в случае со стационарными мостовыми переходами, предусматривается процедура разводки моста.

Конструкция наплавного мостового перехода, как и у всех наплавных мостов, состоит из стандартных элементов, является универсальной и после ремонта стационарного моста может быть установлена в ином месте перехода через водную преграду. Переход наплавного моста, после завершения ремонта стационарного моста, в иное место эксплуатации значительно повышает экономичность работы наплавного моста.

Предлагаемый подход к решению транспортной проблемы движения через водные преграды позволяет обеспечить своевременный и качественный ремонт стационарных мостовых переходов и тем самым повысить надежность и безопасность логистических систем в целом.

Для Украины, где большинство стационарных мостовых переходов эксплуатируется в аварийном режиме, предлагаемый подход к решению транспортной проблемы движения через водные преграды является одним из реальных путей решения проблемы.

Список литературы

1. ДБН В 2.3-14-2006 Споруди транспорту. Мости й труби. Правила проектування. Київ. 2006. – 360 с.
2. **Кручинкин А.В.** Сборно-разборные временные мосты, М., Транспорт, 1987. – 191 с.
3. **Казарезов А.Я.** Применение методов управления проектами при проектировании логистических систем. / А.Я. Казарезов, А.Ф. Галь, Ю.Е. Трушлякова. Матеріали 7 Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2016. – 468 с.

УДК 656.615:005.511

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Сумара А.А.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Увеличение количества городского населения требует изменения системы пассажирских перевозок. Так как система перевозок пассажиров, которая есть на данный момент в городах, не учитывает в большинстве случаев интенсивность пассажиропотоков из одного районов города в другие. Правильно построенная логистическая система должна решить большую часть недостатков в перевозках и устранить вероятность возникновение заторов на дорогах города. Проведен анализ существующей инфраструктуры городского транспорта и выполнить экономическое обосновании ее трансформации с учетом рельефа местности.

Экономическая нестабильность и сокращения объемов финансирования общественного транспорта не позволяет справиться с увеличивающимися объемами перевозки пассажиров и сохранением уровня качества обслуживания. Пассажиры выбирая определенный вид общественного транспорта, оценивают его достоинства и недостатки. Стоимость проезда должна определяться видом транспорта, периодичностью выполняемых рейсов, скоростью движения, комфортностью и безопасностью. Выбор транспорта может быть обусловлен тем, что он является единственным транспортом по этому маршруту.

Отсутствие логистического подхода приводит к таким недостаткам транспортной инфраструктуры: снижение убыточности пассажирских перевозок за счет их дотирования; низкий уровень качества услуг на всех этапах пассажирских перевозок, несоотвествие графиков по основным пунктам пересадки; недостаточная конкурентоспособность транспортных предприятий и т.п.

Разработаны рекомендации по созданию, управлению и контролю логистической системой перевозки пассажиров. При рассмотрении разных вариантов перевозок и их сравнении появляется возможность принятия наиболее эффективного решения относительно модернизации данной системы.

Показаны способы и примеры усовершенствования логистической системы перевозок пассажиров на примере маршрутных такси. Сформирован набор правил и логистических процедур для создания наиболее эффективной системы пассажироперевозок.

На основе проведенного анализа выявлены возможности для повышения мобильности городского транспорта, комфорта перемещения и стабильности роботы транспортных средств, а также уменьшения трафика на автодорогах, что в конечном итоге предоставит наиболее функционирующую логистическую систему перевозки пассажиров городским транспортом.

При разработке логистической системы управления транспортом, должны быть решены следующие задачи: увеличение прибыли каждого отдельного транспортного предприятия при наиболее полном удовлетворении спроса пассажиров, эффективное использование транспортных средств предприятий путем оптимального распределения их на маршруте, стратегия фирм на рынке с учетом его постоянно меняющейся конъюнктуры.

Применение логистики приведет к повышению технической оснащенности городского транспорта и частоты его движения, уменьшение максимальной наполняемости подвижного состава в "часы пик", использование современных компьютерных систем и изучение информационных потоков, что должно привести к совершенствованию организации перевозок пассажиров.

Основной целью усовершенствования логистической системы городской транспортной инфраструктуры является обеспечение высокого качества перевозок пассажиров и повышение эффективности управления их перевозками.

УДК 656.615:005.511

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА И ПАРОМНОЙ ПЕРЕПРАВЫ

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Мельниковский В.А., Поливода И.А.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Работа логистических транспортных систем в современных условиях характеризуется сложностью и разнообразием решаемых задач, что вызывается многообразием факторов, связанных с изменчивостью внешней среды и необходимостью повышения эффективности деятельности транспортных предприятий.

При пересечении автомобильным или железнодорожным транспортом водных преград возникает необходимость в создании мостовых переходов. Альтернативным решением проблемы могут быть паромные переправы или туннели. Для Украины основным препятствием в строительстве туннелей является их высокая стоимость. Строительство временных наплавных мостовых переходов или оборудование паромных переправ является решением проблемы пересечения водных преград.

Наплавные мостовые переходы обеспечивают непрерывное движение автомобильного или железнодорожного транспорта, но создают проблемы в движении водного транспорта. Паромные переправы не являются помехой для водного транспорта, однако они действуют дискретно и ограничены вместимостью и грузоподъемностью. При эксплуатации паромных переправ возникает необходимость в технологических площадках для накопления транспортных партий. Обустройство береговой инфраструктуры для паромных переправ сложнее и дороже чем для наплавных мостовых переходов. Мобильность паромных переправ и возможности по использованию паромных переправ в логистической цепи значительно выше, чем у наплавных мостовых переходов.

В работе предложена модель выбора логистического элемента для пересечения водной преграды наплавного мостового перехода или паромной переправы в зависимости от внешних факторов. Среди основных внешних факторов в модели учтены следующие: интенсивность грузового потока, протяженность водной преграды, максимальная грузоподъемность транспортной единицы, стоимость береговой инфраструктуры. В качестве дополнительных факторов учтены: интенсивность ветро-волнового воздействия и ледовая обстановка в районе водной преграды, сезонность работы логистического элемента. Модель логистического элемента для пересечения водной преграды может быть использована при обосновании выбора временного мостового перехода при ремонте стационарного моста.

УДК 656.615:005.511

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ТАМОЖЕННЫХ ДОКУМЕНТОВ МОРСКОГО ПОРТА

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Попова М.М., Юшенкова Ю.А.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Внедрение единой информационной логистической системы в портовой отрасли оптимизирует процесс прохождения таможенного контроля, что позволит сократить транспортные расходы и обеспечить безопасность логистической цепи.

Для прохождения груза через морскую таможню декларанту необходимо оформить разрешение на его перемещение у всех контролирующих органов, а именно в санитарно-эпидемиологической,

фитосанитарной, экологической, ветеринарной, пограничной и таможенной службах.

Пакет грузосопроводительной документации в основном состоит из 20 документов (и более), в зависимости от груза и таможенного режима. Основными из них являются: счет-фактура, коносамент, сертификат о происхождении груза, разрешительная документация (сертификат здоровья, санитарно-этимологический сертификат, фито сертификат и т.п.) и т.п.

Для каждой службы необходимо оформить стандартный пакет документов. Выдача необходимого разрешения может занимать от суток до нескольких недель.

Недостатком традиционной системы таможенного оформления груза является длительная обработка документов, что приводит к увеличению транспортных расходов и задержке во времени прохождении груза через таможню.

Проведен анализ существующей системы проверки таможенных документов в морском порту. Выполнено обоснование необходимости использования единой информационной системы в портовой отрасли.

Проведены исследования для внедрения механизма электронного «единого окна», которое позволит упростить и уменьшить количество процедур обработки документов. Такая система позволит декларанту предоставлять однократно необходимую информацию в стандартизированной форме в единый пропускной канал. Торговые операторы и службы контроля находящиеся в разных местах смогут объединить свои потоки информации в единую базу. В результате будет обеспечена синхронизация обработки таможенных документов всех контролирующих служб для создания единой системы данных. Документы подаются в таможню в электронном виде. Все действия декларанта идентифицирует электронная цифровая подпись. В портах разрешение на разгрузку судна будет возможно получить до его швартовки к причалу при условии отсутствия замечаний и факторов риска.

Действующие логистические системы обработки таможенных документов требуют усовершенствования после их апробации.

Разработаны рекомендации по дальнейшему развитию Единой логистической автоматизированной информационной системы, включающей полностью электронную обработку и предоставление деклараций. Это позволит сократить затраты на простой судна, объединить всех участников транспортного процесса, минимизировать человеческий фактор, обеспечить безопасную цепь поставок, снизить стоимость товара для потребителя, обеспечить полноценное поступление налогов в госбюджет.

УДК 656.615:005.511

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ ГРУЗОВ ПОД ВОДОЙ

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Тертыченко К.С., Колесник В.Ю.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

В практике освоения мирового океана широко используется логистическое решение хранения грузов в плавучих сооружениях в виде баржи, содержащей водонепроницаемый корпус и складское помещение специальной конструкции.

Недостатком этого технического решения является необходимость предоставления места в акватории порта или рейда, что приводит к снижению эффективности использования площади для приема судов с грузом, что снижает эффективность работы порта.

При установке плавучего склада на открытом рейде, он может подвергаться воздействию шторма. В этом случае его надо буксировать в порт-убежище, в связи с опасностью возникновении аварии.

Другое логистическое решение этой задачи является подводный склад, содержащий герметичное складское помещение, находящееся под водой в не подвижном положении.

Такой подводный склад характеризуется недостаточно широкими технологическими возможностями, так как этому препятствует ограниченность площади акватории порта, которая должна максимально использоваться для приема и обработки грузовых судов. Традиционные схемы инфраструктуры существующих портов не предполагают размещение в акватории стационарно расположенных инженерных сооружений.

Предлагается логистическая система хранения грузов под водой в складском герметичном помещении, в виде полусферической конструкции. Складское герметичное помещение располагается на всплывающей платформе, которая установлена в акватории порта или на рейде на глубине позволяющей свободный проход над ним морских судов. Платформа с помощью якорной связи, в виде якорной цепи или цепей либо якорный канат или канаты, связанная с мертвым якорем или якорями. Якорная связь снабжена устройством фиксации и изменения рабочей длины якорной связи. Складское герметичное помещение оборудовано системой погружения и всплытия, а так же снабжено лацпортом и погрузчиками. Платформа

имеет площадки для перегрузки грузов в контейнерах на вспомогательные суда, для транспортировки их к берегу. Складское герметичное помещение связано с береговой энергетической установкой или имеет свою автономную установку. Она может иметь системы жизнеобеспечения персонала

В основу логистической модели поставлена задача сокращения времени обработки судов во время их погрузке и разгрузке, а также увеличение грузопотоков при ограниченности инфраструктуры порта.

Реализация предлагаемого логистического решения может быть выполнена с помощью существующих технических средств (контейнеры, суда перевозчики, инженерное сооружения в виде складского герметичного сооружения и т.д.).

При ограниченности мощности портовых устройств перегрузки и при малой площади причалов технико-экономический эффект состоит в увеличении объёмов грузопотоков в порту за счет временного хранения грузов в контейнерах, расположенных под водой. Так же сокращается время погрузки и разгрузки судов у берега.

УДК 656.615:005.511

ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КОМАНДЫ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Барабанова Ю.Е., Трусов М.А.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Работа логистических транспортных предприятий в современных условиях характеризуется сложностью и разнообразием решаемых задач, что вызывается многообразием проблем, связанных с изменчивостью внешней среды и необходимостью повышения эффективности деятельности транспортных предприятий. Материальный поток на пути от первичного поставщика к конечному потребителю проходит, как правило, длительный путь. На всех этапах движения материальный поток обеспечивается различными видами транспорта.

Мультимодальные перевозки различных грузов, использующие последовательно различные транспортные средства, требуют для их организации привлечения специалистов не только по транспортным средствам, но и смежных специалистов в области проведения перегрузочных и складских работ, таможенного оформления и страхования грузов, информационного и финансового обеспечения перевозок грузов.

Логистические предприятия вынуждены содержать в своем штате всех необходимых специалистов для осуществления мультимодальных перевозок различных видов грузов или обращаться в каждом конкретном случае к специализированным фирмам.

Содержание высококвалифицированных специалистов связано с большими финансовыми затратами. Загрузка узких специалистов в силу многообразия решаемых логистических задач является достаточно низкой. Использование специалистов не по прямой их специальности приводит к снижению качества оказываемых услуг, нерациональному использованию фонда заработной платы и снижению квалификации специалистов. Кроме того следует учитывать определенную неудовлетворенность самих специалистов несвойственной им работой.

Обращение в специализированные фирмы в каждом конкретном случае перевозки обеспечивает высокое качество услуг, но связано с необходимостью для логистического предприятия согласовывать со специализированными фирмами свои действия во времени, что приводит к дополнительным финансовым расходам, увеличивает сроки выполнения работ и, в ряде случаев, исключает конфиденциальность.

Для решения существующей проблемы предлагается использовать проектный подход. Проектный менеджмент в этом случае используется как инструмент реализации конкретных задач логистического предприятия. Управление потоковыми процессами логистики находит свое выражение в понятии проектный логистический менеджмент. Понятие проектный логистический менеджмент трактуется как системно организованный процесс управления материальными, сервисными, финансовыми, информационными потоками проекта, который реализуется посредством построения цепей взаимодействия участников.

Концептуальная идея транспортной логистики состоит в достижении, с наименьшими возможными затратами, максимальной приспособленности транспортного предприятия к изменяющейся рыночной обстановке, расширении рыночного сегмента предприятия и получении преимуществ перед конкурентами.

Таким образом, логистический транспортный проект представляет собой неповторяемое сложное действие, направленное на создание или преобразование логистической системы, ее подсистем или отдельных элементов, включая объекты логистической инфраструктуры. Управление проектами в логистике может быть рассмотрено как подход к управлению транспортными потоками с учетом приспособления предприятия к изменениям внешней среде. Тем самым логистический проект направлен на решение тактических задач управления предприятием.

Основой для реализации транспортного логистического проекта служат формализованные и разработанные на основе детального анализа конкретной ситуации неповторяемые схемы действий транспортного предприятия в различных условиях. Средой для выполнения логистического проекта являются организационные решения, которые реализуются в рамках структуры или вне структуры предприятия.

Предлагается каждую мультимодальную перевозку рассматривать как отдельный проект. Перевозка, как и проект, имеет сроки начала и окончания работ, которые, как правило, не подлежат изменению. Каждая мультимодальная перевозка обладает, по аналогии с проектом, уникальностью, которая объясняется видом груза, используемыми видами транспортных средств, применяемыми перегрузочными устройствами, свойствами используемых складских помещений, особенностями таможенного оформления, национальными правилами пересечения границ государств, разным набором необходимых специалистов для выполнения проекта.

Проектный подход к организации мультимодальных перевозок на логистических транспортных предприятиях предполагает в случае каждой конкретной перевозки отдельной команды специалистов. Команда специалистов, по аналогии с командой в проектном менеджменте, создается на время выполнения конкретной перевозки груза и после завершения перевозки расформировывается.

Между руководителями перевозок, как руководителями проектов, и узкими специалистами заключаются прямые договоры. Договоры вносятся в единый лист работы специалиста на предприятии. Доступ к единому листу работы каждого специалиста имеют: руководство логистического транспортного предприятия, руководитель перевозки (проекта), специалист, бухгалтерия.

Прямые договоры между руководителями перевозок и узкими специалистами позволят решить проблему совместимости между участниками проекта, что важно при взаимодействии высококвалифицированных специалистов, каждый из которых может иметь сложный характер.

Один специалист, будучи штатным работником предприятия или привлекаемым по временному найму совместителем, может принимать участие в одном проекте, одновременно в нескольких проектах или быть временно свободным от работы. Оплата труда специалистов производится из бюджета каждого проекта перевозки в соответствии с квалификацией специалиста и предусмотренным объемом работы. Применение проектной формы организации работ в транспортной логистике позволит оплачивать конкретные услуги высококвалифицированных специалистов в соответствии с качеством и количеством выполненной работы.

Руководству логистического транспортного предприятия при проектной формы организации работ легче выявить действительно необходимых высококвалифицированных специалистов, которые востребованы во многих проектах перевозки и тех специалистов, в услугах которых предприятие нуждается крайне редко.

В свою очередь высококвалифицированные специалисты сами, что очень важно, смогут объективно оценить свою востребованность через загруженность в проектах и принять решение о форме дальнейшего сотрудничества с предприятием. В случае перегрузки специалиста он самостоятельно может уменьшить себе объем работы, принимая участие в меньшем количестве проектов и получая соответственно меньшее денежное вознаграждение. В случае малого объема работы специалист может самостоятельно увеличить его путем предложения большего количества или более разнообразного ассортимента оказываемых услуг, получая при этом большее денежное вознаграждение.

Проектный подход к созданию команды в транспортной логистике позволяет успешно справиться с изменчивостью внешней среды логистической системы и предприятия в целом. Поэтому логистика становится еще одной областью применения методов управления проектами.

Список литературы

4. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK) Третье издание. Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA / США. – 388 p.

5. **Бушуев С.Д.** Управління проектами та програмами: Підручник /С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, А.Я. Казарєзов, К.В. Кошкін, С.С. Рижков, М.В. Фатеєв, С.К. Чернов, О.С. Яцунський. – Миколаїв: видавництво Торубари О.С., 2010. – 352 с.

6. **Фролова Л.В.** Логістичне управління підприємством: теоретико-методологічні аспекти: Монографія / Л.В. Фролова. – Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2004. – 261 с.

7. **Казарезов А.Я.** Использование проектного подхода при создании производственных логистических систем. / А.Я. Казарезов, А.Ф. Галь, А.А. Голубчик, А.В. Тарасевич. Матеріали 8 Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2017. – 490 с.

8. **Казарезов А.Я.** Применение методов управления проектами при проектировании логистических систем. / А.Я. Казарезов, А.Ф. Галь, Ю.Е. Трушлякова. Матеріали 7 Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2016. – 468 с.

9. **Казарезов А.Я.** Проектный подход к созданию микрологистических систем. / А.Я. Казарезов, А.Ф. Галь . Матеріали 12 міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан і перспективи». – Миколаїв: НУК, 2016. – С. 65.

10. **Казарезов А.Я.** Понятие жизненного цикла при проектном подходе к созданию микрологистических систем. / А.Я. Казарезов, А.Ф. Галь. Матеріали 12 міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан і перспективи». – Миколаїв: НУК, 2016. – С. 66.

УДК 621

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Каримбердыев Р.В.,
Шевцов А.П.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Развитие объектов морской инфраструктуры связано с дополнительным отводом земельных территорий и потреблением энергии. Одним из направлений решения этой проблемы является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Энергетический потенциал большинства из известных ВИЭ в масштабах планеты и отдельных стран во много раз превышает современный уровень энергопотребления, и поэтому они могут рассматриваться как возможный источник производства энергии.

К серьезным недостаткам ВИЭ, ограничивающим их широкое применение, относятся невысокая плотность энергетических потоков и их непостоянство во времени и, как следствие этого, необходимость значительных затрат на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии. Поэтому разработка технологий использования различных ВИЭ способных достичь коммерческого уровня и успешно конкурировать на рынке энергетических услуг, в том числе при производстве электрической и тепловой энергии является актуальной научно-технической проблемой.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. По данным Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) мощность действующих в мире электрогенерирующих энергоустановок на ВИЭ (без традиционных крупных гидроэлектростанций) достигла 240 ГВт, что составляет 5% от суммарной мощности всех электрогенерирующих установок, и ими вырабатывается около 3,4% всей потребляемой электрической энергии. Мощность энергоустановок на ВИЭ уже превышает четверть суммарной мощности атомных электростанций. Вклад ВИЭ в мировой энергетический баланс вырос на 50%. Многие страны реализуют специальные национальные и коллективные программы, направленные на стимулирование ускоренного освоения ВИЭ. При этом в качестве важного аргумента активной государственной поддержки ВИЭ рассматривается экологический фактор, в том числе обязательства стран по сокращению эмиссии CO_2 в атмосферу в соответствии с Киотским Соглашением. Серьезным мотивационным фактором развития ВИЭ для многих стран, особенно зависящих от импорта традиционных энергоресурсов, является забота об энергетической безопасности. Развитие ВИЭ наряду с правительствами инвестируют крупнейшие мировые энергетические компании, банки, международные организации и фонды.

Выделение из общей проблемы задач, которые предполагается исследовать. Рост цен на все виды топлива и электроэнергию, а также наличие в отдельных приморских регионах страны ограничений на подключение к электрическим и газовым сетям вызывают в последние годы необходимость развитие малой энергетики на основе ВИЭ. В условиях отсутствия на отечественном рынке конкурентоспособных технологий, использующих ВИЭ, потребители применяют малые электрогенерирующие установки на основе дорогостоящих жидких топлив, что существенно снижает энергоэффективность объектов морской инфраструктуры.

Цель и задачи исследования

Целью исследования является повышение показателей энерго-эффективности и рентабельности объектов инфраструктуры порта путем снижении расходов на энергоносители от применения ВИЭ.

Достижение поставленной цели реализуется решением следующих задач:

поиск подходящего источника ВИЭ для морского порта с учетом его расположения; анализ оценок показателей энергоэффективности в портах с учетом отдельных требований на транспортировку, перевалку, хранение и переработку грузов; обоснование условий формирования критерия энергоэффективности с учетом технологических особенностей; определение условий применения критерия энергоэффективности

при снижении расходов на традиционные энергоносители; проверка достоверности предложенных рекомендаций в условиях выбранного объекта.

Метод исследования системный и статистический анализы.

Анализ оценок показателей энергоэффективности в портах с учетом отдельных требований на транспортировку, перевалку, хранение и переработку грузов. Управляющая компания Ports of Stockholm (Швеция) объявила о намерении развивать и модернизировать системы панелей солнечных батарей из фотоэлектрических преобразователей в порту Фрихамнен.

Полностью обновленная система установлена на крыше здания компании Banankompaniet в порту Фрихамнен. Система солнечных батарей будет вырабатывать мощность до 83 кВт, а электричество будет использоваться для нужд здания. Сейчас в портах Стокгольма, включая порт Фрихамнен, имеется пять фотоэлектрических систем. Первый и самый крупный комплекс солнечных панелей вступил в строй в начале 2013 года. Он установлен на крыше здания Magasin 6, также в порту Фрихамнен. Как сообщает пресс-служба Ports of Stockholm, развитие системы солнечных батарей обусловлено значительным сокращением с 1 июля 2017 года налога на использование солнечной энергии. Снижение налога на солнечную энергию с 1 июля означает, что фотоэлектрические системы в Швеции смогут развиваться быстрыми темпами. Снижение налогов означает финансовую жизнеспособность предприятия.

Установки на ВИЭ пока не могут повсеместно и в полной мере конкурировать с централизованными системами энергоснабжения портов. Однако для рассредоточенных потребителей, особенно для тех, жизнеобеспечение которых осуществляется за счет привозного топлива, ВИЭ являются во многих регионах исключительно важными, конкурентоспособными и порой единственными источниками энергообеспечения. Продвижение ВИЭ на энергетический рынок Украины и ее приморских регионов во многом обусловлены государственной поддержкой, заботой об энергетической и экологической безопасности. ВИЭ пока не уделяется должного внимания. Одним из важнейших этапов ускорения практического использования ВИЭ на объектах морской инфраструктуры страны может стать создание сети демонстрационных объектов в регионах, наглядно показывающих преимущества и особенности использования ВИЭ и убеждающих региональные власти и бизнес в необходимости приоритетного развития этих экологически чистых перспективных энергетических технологий.

Список литературы

1. Renewables 2007 Global Status Report. www.ren21.net
2. **Шафер О.** Возобновляемая энергия. Инф. бюлл., август 2005, с. 4
3. О целевом видении стратегии развития электроэнергетики О.С., Фрид С.Е., Щеглов В.Н., Сулейманов М.Ж., Коломиец Ю.Г., Прокопченко И.Н. Теплоэнергетика, 2006, № 3, с. 11—16.
4. Market overview of wind turbines. Sun&WindEnergy 2/2007. 4
5. **Доброхотов В.И., Поваров О.А.** Теплоэнергетика, 2003, №1, с. 2-11.

УДК 656.61: 517

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Жадик А.Н.,
Шевцов А.П.,
НУК имени адмирала Макарова

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Украина имеет большой потенциал для развития речной транспортной системы. Государство имеет значительные речные ресурсы, которые используются в незначительном объеме, хотя и являются удобным, дешевым и экологически чистым способом перевозки грузов и пассажиров.

В Украине речным транспортом перевозится только около 0,5% товаров. В то время как в странах ЕС этот показатель выше и в среднем достигает 6,7%, при этом в Болгарии - 16,3%, а в Германии - 12,3%.

На сегодняшний день внутренний водный транспорт обеспечивает самую низкую себестоимость грузовых перевозок в пересчете на 1 условную тонну груза, имея при этом наименьшее влияние на окружающую среду. При этом показатель энергоэффективности в 10 раз превышает автомобильные перевозки и в 5 раз — железнодорожные. На 5 л условного топлива 1 тонну груза можно перевезти речным транспортом на 500 км, железной дорогой — на 333 км, автомобильным транспортом — на 100 км.

Для развития речной транспортной системы необходимы серьезная модернизация речной инфраструктуры и речного флота. Неотъемлемой частью речной инфраструктуры является портовый флот. Речной и портовый флоты имеют значительный материальный и физический износ. 81,9% этого флота – суда возрастом от 21 до 25 лет. Самая большая доля изношенных судов приходится на грузопассажирские (97,1%), грузовые наливные (89,5%) и сухогрузные (84,4%).

Поэтому развитие речной транспортной системы Украины является актуальной научно-технической проблемой и приоритетным направлением экономики.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. Речные суда классифицируются на транспортные, технические, буксирные и пассажирские. Транспортные подразделяются на грузовые: сухогрузы (самоходные и несамоходные) и наливные (самоходные и несамоходные). Технические на: земснаряды, вспомогательные, обследующие, обстановочные и специальные суда.

Значительный вклад в развитие речной транспортной системы вносит судоходная компания ООО СП «НИБУЛОН». Она была создана в 2009 году с началом реализации патриотической инвестиционной программы по возрождению Днепра и других рек как транспортных судоходных артерий Украины. Компания является одним из отечественных лидеров по наращиванию тоннажа и обновления речного флота, который насчитывает 67 единиц, среди которых: 40 единиц несамоходного грузового флота; 15 буксиров; 1 современный земснаряд производства Финляндии «Watermaster Classic IV»; 1 мощное самоходное дноуглубительное судно проекта СДС-15; 1 самоходный плавучий кран «Святой Николай»; 1 несамоходный плавучий кран «Нибулонивець»; 4 высокоскоростных пассажирских судна на подводных крыльях; 2 грунтовотранспортные шаланды.

Грузовой флот предприятия является самым молодым в Украине и полностью отечественного производства от проектирования до производства. Этот флот эксплуатируется под флагом Украины отечественными специалистами. В строительстве флота задействована ряд предприятий из других отраслей экономики Украины.

Все суда компании соответствуют требованиям международных и национальных классификационных обществ, конвенций и кодексов, таких как Международная конвенция по охране человеческой жизни на море, Международная конвенции по предупреждению загрязнения с судов, Международный кодекс по безопасной перевозке зерна насыпью, Международных правил предупреждения столкновения судов в море, Государственных санитарных правил для морских судов Украины и т. п.

Развитие транспортных системы осуществлялось на основе имитационного моделирования эксплуатации их транспортных средств. Поэтому целесообразно исследовать отдельные задачи регионального развития речных транспортных систем Украины на основе имитационного моделирования эксплуатации речного флота с учетом региональных условий инфраструктуры.

Цель и задачи исследования. Достижение и поддержка стабильной работы судоходной компании путем устойчивого функционированию речного флота на примере грузовых суден.

Основные задачи исследования при достижении цели следующие:

анализ особенностей и условий функционирования технических средств речных перевозок груза с учетом состояния и основных тенденций развития мирового и отечественного рынков грузовых перевозок, технико-эксплуатационных особенностей технических средств речных перевозок грузов;

структурирование классов грузовых суден для речного судоходства и установить соотношение между запросами существующего рынка перевозок грузов и классами грузовых суден;

разработка предложений по модернизации речных суден для грузовых перевозок.

Решение поставленных задач связано с имитационным моделированием процессов, которые обеспечивают постоянное функционирование грузовых перевозок с учетом коммерческой целесообразности грузоотправителя и судовой компании.

Методом исследования приняты системный и статистический анализы.

Список литературы:

1. Судоходная компания «Нибулон» [Электронный ресурс]. – Режимдоступа: http://nibulon.com/data/filii/sudnoplavna-kompaniya.html
2. **Семенуха Р.** «Речной транспорт Украины» [Электронный ресурс]. – Режимдоступа:https://zn.ua/promyshliennost/rechnoy-transport-ukrainy-vyydem-na-vodu-ili-syadem-na-mel-_.html
3. Пустить по воде: Что мешает развитию речных грузоперевозок в Украине [Электронный ресурс]. – Режимдоступа:https://delo.ua/business/pustit-po-vode-chto-meshaet-razvitiju-rechnyh-gruzoperevozok-325801/

УДК 629.12.03

РАЗРАБОТКА АЭРОЗОЛЬНЫХ ГРАДИЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ СУДОВ И ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Шевцов А.П.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими заданиями. На водоизмещающих судах и судах с динамическими принципами поддержания одной из проблем является очистка газообразных сред от жидких и твердых примесей. Решение этой проблемы связано с жизнеобеспечением судов и эффективностью их энергетических установок. Особое место при решении этой проблемы занимают задачи очистки от жидких и твердых аэрозолей размером менее 10 мкм, которые малочувствительны к инерционным способам. Известные градиентные способы переноса аэрозолей отличаются низкой индивидуальной эффективностью, а совместная реализация этих способов для повышения эффективности очистки газообразных сред требует дополнительных исследований. Поэтому разработка аэрозольных градиентных технологий для систем жизнеобеспечения судов и их энергетических установок является актуальной научно-технической проблемой, решение которой обеспечит совершенствование систем жизнеобеспечения, включая техническое и комфортное кондиционирование, судовых энергетических установок и судна в целом.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. Теоретические и экспериментальные методы исследования способов градиентной интенсификации процессов переноса аэрозолей путем искусственного создания термо-, аккустико-, диффузио-фотофоретических эффектов базируются на современных прикладных программных продуктах и неконтактных методах измерения. Однако полученные результаты исследований не позволяют определить особенности и закономерности переноса аэрозольных частичек при различных комбинациях совместного использования различных эффектов, что препятствует созданию ресурсосберегающего оборудования для судовых систем технического и комфортного кондиционирования на основе методов, способов и технологий градиентной интенсификации процессов в приграничных слоях.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Определение закономерностей при различных комбинациях совместного использования различных эффектов в пограничных слоях многофункциональных поверхностей под действием термо-, аккустико-, диффузио- фотофоретических воздействий и сил поверхностного натяжения в аэрозольных градиентных технологиях для судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения, включая техническое и комфортное кондиционирование.

Объектом исследования являются комплексы процессов очистки аэрозольных сред для судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения.

Предметом исследования являются процессы градиентного переноса и их газодинамические и теплофизические показатели в пограничных слоях многофункциональных поверхностей под комбинированным действием термо-, аккустико-, диффузио- фотофореза и сил поверхностного натяжения.

Цель и задачи исследования. Целью работы является создание ресурсосберегающего оборудования на принципах интенсификации процессов в пограничных слоях многофункциональных поверхностей при очистке аэрозольных сред судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения.

Основные задачи исследования следующие:

- определение исходных данных для разработки физических и математических моделей при совместном действии термо-, аккустико-, диффузио- фотофореза и сил поверхностного натяжения для переноса аэрозолей в пограничных слоях многофункциональных поверхностей для судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения;
- разработка физических и математических моделей при совместном действии термо-, аккустико-, диффузио- фотофореза и сил поверхностного натяжения для переноса аэрозолей в пограничных слоях многофункциональных поверхностей для судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения;
- разработка принципов и методов интенсификации градиентного переноса аэрозольных сред при совместном действии термо-, аккустико-, диффузио- фотофореза и сил поверхностного натяжения для переноса аэрозолей в пограничных слоях многофункциональных поверхностей для судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения;
- обоснование теоретических основ для совершенствования энерго- и ресурсосберегающих процессов градиентных аэрозольных технологий при разделе, утилизации и сепарации в очистных устройствах судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения;
- обоснование теоретических основ для совершенствования экологичности процессов градиентных аэрозольных технологий при разделе, утилизации и сепарации в очистных устройствах судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения;

- разработка энерго- и ресурсосберегающих очистных устройствах судовых энергетических установок и систем жизнеобеспечения.

Основные результаты исследования.

В результате исследования полей скоростей и температур сепарационных поверхностей и их коэффициентов улавливания разработаны трехмерные модели рабочих каналов судовых систем очистки воздуха от капельной влаги. Получены данные по распределению скорости, статического давления, кинетической энергии турбулентности и коэффициента улавливания для скоростей потока от 5 до 20 м/см в сепарирующих поверхностях с радиусами кривизны от 5 до 25 мм.

Проведенный анализ показал, что в сепарационных поверхностях капли осаждаются на выпуклой и вогнутой частях профиля в сопоставимых количествах. Вледствие этого на сепарирующих поверхностях для предотвращения вторичного уноса капель в поток необходимо устанавливать двухсторонние водоотводные элементы. Характерной особенностью разработанных сепарирующих поверхностей является возможность образования ими криволинейных каналов с последовательными конфузорными и диффузорными участками. В диффузорных участках возникают отрывные зоны с обратными токами среды. Пленка жидкости, которая образуется вследствие осаждения капель, поступает в эти зоны и под действием вихрей, которые противодействуют движению пленки в направлении основного потока, способствуют ее стеканию под действием силы тяжести.

Вихревые зоны обеспечивают полный отвод, уловленной воды с гладких поверхностей при скоростях до 5 м/с. При более высоких скоростях, происходит вынос капель води из вихревых зон. Для снижения вторичного уноса капель в поток на плоских участках сепарирующих поверхностей, выполняются отделительные элементы.

На основе результатов теоретических и экспериментальных исследований разработаны конструкторская документация и стандарт предприятия размерного ряда ресурсосберегающего оборудования для судовых систем очистки воздуха от твердых и жидких аэрозолей в системах кондиционирования и энергетических установок.

Часть изложенных результатов получена совместно с С.С. Рыжковым.

Секція. 14.
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РИБОПРОМИСЛОВОГО ФЛОТУ ТА ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК: 621.565.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ СОКОВИТОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Томчик Олена Миколаївна, м. н. с. ПНДЛ ХТ,
Хмельнюк Михайло Георгійович, д. т. н., професор кафедри ХУ і КП,
Гоголь Микола Іванович, к. т. н., завідуючий ПНДЛ ХТ
Одеська національна академія харчових технологій

На даний час в Україні система зберігання соковитої рослинницької продукції включає холодильники, побудовані у різний час, виконані за різними проектними рішеннями, з використанням різноманітних будівельних конструкцій та охолоджувальних систем. При цьому підтримання необхідних параметрів технологічного регламенту в таких об'єктах здійснюється в різних балансових умовах.

Моральний та фізичний знос холодильників, який неминуче виникає при експлуатації, призводить до значного зростання енергетичних витрат і втрат продукції вище діючого нормативного рівня. При цьому погіршення теплозахисних та зростання інфільтраційних властивостей будівельно-ізоляційних конструкцій призводить до порушень параметрів технологічного регламенту, через які холодильне обладнання працює в непридатних умовах на протязі більш довгого часу щоденно, що значно скорочує термін його експлуатації. Знос холодильного обладнання, зазвичай, поступово компенсують заміною окремих елементів на нове обладнання, а знос будівельно-ізоляційних конструкцій – виконанням ремонтних робіт. Але ці заходи, в більшості випадків, тільки продовжують строки експлуатації холодильників, не враховуючі взаємозв'язків між їх конструктивними особливостями і технологічними процесами, внаслідок чого їх моральний і фізичний знос продовжується, і призводить до подальшого зростання енерговитрат і втрат продукції.

Результати багаторічних досліджень, виконані співробітниками ІКХЕ ім. В. С. Мартиновського ОНАХТ, дозволили вперше зробити висновки про доцільність проведення досліджень і розробки заходів для збільшення теплової інерційності саме вантажного простору, та його акумулятивної здатності до накопичення холоду.

Це може бути досягнуто шляхом зберігання продукції в упаковках з полімерного матеріалу з рідинними прошарками [2-4]. Дана упаковка являє собою ящик з кришкою, з полімерного матеріалу, з подвійними стінками. Між зовнішніми та внутрішніми стінками по всьому периметру упаковки передбачений зазор, що заповнюється рідиною з високою тепловою інерційністю. Як рідке середовище з високою тепловою інерційністю використовують воду або водяні розчини солей, або незамерзаючу воду у капілярних трубках [2, 3], або багатоатомні спирти, або водяні розчини багатоатомних спиртів [4].

У ПНДЛ ХТ ОНАХТ проведені дослідження по визначенню енергетичних витрат при зберіганні продукту продукту (яблук сорту Гала) в упаковках різної конфігурації (з водяними прошарками і без прошарків).

Дослідження проводили в камері холодильника PROFILO, середня температура повітря якої становила 2,53...2,58 °С.

При використанні упаковки без водяного прошарку, δ_w = 0 мм (контрольна упаковка) яблука і контейнер з кришкою (матеріал – оргскло товщиною 3 мм) зовнішніми розмірами 140×140×140 мм охолоджували до 2,4...2,6 °С – температури, близької до середньої температурі в камері. Потім у контейнер поміщали охолоджені яблука, закривали кришку і розміщали упаковку в камері холодильника.

При використанні упаковок з водяним прошарком заданої товщини, δ_w = 7 мм, δ_w = 17 мм і δ_w = 27 мм, відповідно (експериментальні упаковки), яблука, воду і два контейнери (з оргскла товщиною 3 мм) – зовнішній (140×140×140 мм) і внутрішній – охолоджували до 2,4...2,6 °С. Охолоджені яблука поміщали в контейнер розмірами 140×140×140 мм, який закривали кришкою, і поміщали в контейнер більшого розміру (160×160×160 мм, або 180×180×180 мм або 200×200×200 мм). Розміри зовнішнього контейнера обирали в залежності від необхідної товщини водяної прошарку – 7, 17 або 27 мм. У простір між контейнерами заливали попередньо

охолоджену (2,4...2,6 °С) воду, таким чином, щоб внутрішній контейнер з яблуками був повністю занурений у воду, і товщина омиваючого шару води була однаковою з усіх боків. Зовнішній контейнер закривали кришкою. Підготовлену упаковку з плодами закладали до камери холодильника.

У кришках контейнерів були передбачені отвори для доступу повітря до плодів.

Комплектували вимірювальний вузол: на яблуках, двох протилежних зовнішніх стінках упаковки, та у водяному прошарку (з двох сторін) розміщували термопари. Три термопари вимірювали температуру повітря в камері: на виході і вході до повітроохолоджувача, та у центрі камери.

Витрати енергії на зберігання визначали за допомогою датчика енергії Lemanso LM669, підключеного до мережі живлення холодильника, який включали відразу після закладання упаковки з яблуками до камери.

Було проведено 6 дослідів: №№1-3 – при температурі повітря в приміщенні лабораторії $T_{лаб.}$ = 20...21 °С і №№4-6 – при $T_{лаб.}$ = 28...30 °С.

Результати досліджень показали, що при використанні упаковок з водяними прошарками витрати енергії на зберігання продукту знижуються на 17,5...21,1%. (див. таблицю і рис. 1).

Середнє значення зміни температури плодів за 1 годину при зберіганні в контрольній упаковці складало $\Delta T_{пл}$ = 0,074...0,125 ° С, тоді як в експериментальних – $\Delta T_{пл}$ = 0,022...0,041 °С, що в 1,8...3,6 разів менше. Середня амплітуда коливань температури плодів в експериментальних упаковках також зменшилася: від $A_{пл.ср.}$ = 0,123...0,131 °С до $A_{пл.ср.}$ = 0,013...0,025 °С. Втрати маси яблок в упаковках з водяними прошарками на 30,6...38,3% нижче, ніж в упаковці без водяного прошарку.

Також під час проведення дослідів з упаковками з водяними прошарками компресор холодильника вмикався і вимикався рідше, ніж при використанні контрольної упаковки.

Підвищення температури повітря в лабораторії від 20...21 °С до 28...30 °С призвело до зростання витрат енергії на 1 кг продукту, однак загальний характер їх зміни залишився незмінним.

Так, при $T_{лаб.}$ = 20...21 °С (досліди №№1-3) при використання упаковки з водяним прошарком δ_w = 7 мм витрати енергії на на 1 кг продукту знизилися на 18,7%, а при використанні упаковки з водяним прошарком δ_w = 17 мм – на 21,1%. При цьому різниця енергетичних витрат для упаковок з водяним прошарком 7 мм і 17 мм склала 3%.

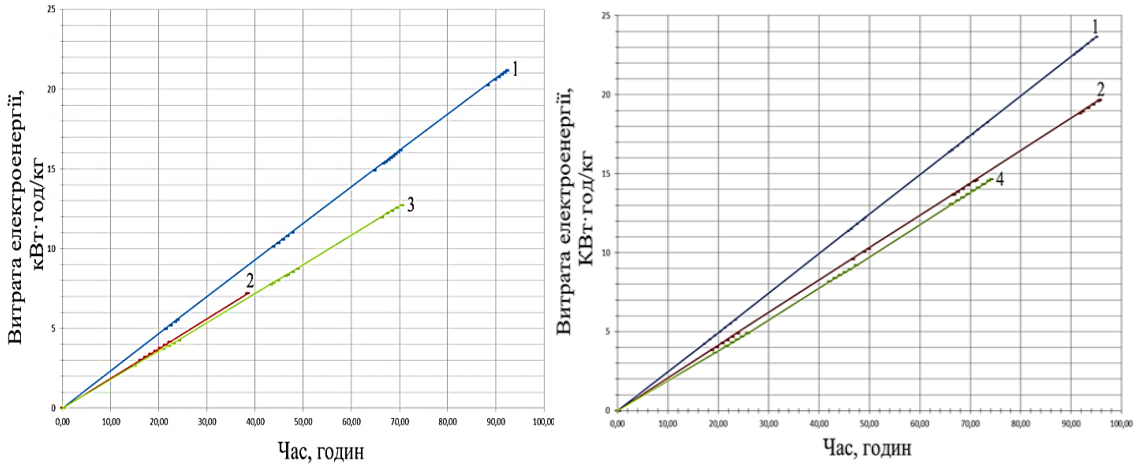
Таблиця – Енергетичні витрати при використанні упаковок різної конфігурації

Назва показника	$T_{лаб}$ = 20…21 °С			$T_{лаб}$ = 28…30 °С		
	Дослід №1, δ_w = 0 мм	Дослід №2, δ_w = 7 мм	Дослід №3, δ_w = 17 мм	Дослід №4, δ_w = 0 мм	Дослід №5, δ_w = 7 мм	Дослід №6, δ_w = 27 мм
Тривалість досліду	92 годин 5 хвилин	38 годин 27 хвилин	70 годин 19 хвилин	94 годин 54 хвилини	95 годин 26 хвилин	74 годин 13 хвилин
Маса яблук в упаковці, кг	0,896	1,099	1,188	1,211	1,1263	1,202
Сумарні витрати енергії на 1 кг яблук, КВт·год/кг	21,1659	7,1834	12,739	23,6465	19,6541	14,6475
Витрати енергії на 1 кг яблук за 1 добу, КВт·год/кг	5,5165	4,4838	4,348	5,9801	4,9427	4,7367
Витрати енергії на 1 кг яблук за 60 хвилин, КВт·год/кг	0,2297	0,1868	0,1812	0,2492	0,2056	0,1974

При $T_{лаб.}$ = 28...30 °С (досліди №№4-6) при використанні упаковки з водяним прошарком δ_w = 7 мм енерговитрати на 1 кг продукту були нижче на 17,5%, а при використанні упаковки з водяною прошарком δ_w = 27 мм – нижче на 20,8%. Різниця енергетичних витрат для упаковок з водяним прошарком δ_w = 7 мм і δ_w = 27 мм склала 4%.

Таким чином, збільшення товщини водяного прошарку від 7 мм до 27 мм не призводить до значної економії енергії.

Також недоцільно застосовувати упаковки з водяним прошарком більш, ніж 10 мм, через значне збільшенням масогабаритних показників, що призводить до зниження місткості камер зберігання.



а) б)

Рисунок 1 – Зміна витрат енергії на 1 кг яблук за період зберігання при використанні упаковок різної конфігурації: а – при $T_{лаб}$ = 20…21 °С, б - при $T_{лаб}$ = 28…30 °С; 1 – упаковка без водяного прошарку; 2 – упаковка з водяним прошарком 7 мм; 3 – упаковка з водяним прошарком 17 мм, 4 – упаковка з водяним прошарком 27 мм.

Висновок. Запропонований засіб зниження енерговитрат при зберіганні соковитої рослинницької сировини сприятиме зменшенню собівартості зберігання та, відповідно, ціни продукту, продовженню терміну експлуатації холодильного обладнання, а також збереженню якості та подовження строку зберігання продукту. При цьому застосовувати упаковки з підвищеною тепловою інерційністю і акумулятивною здатністю можна у холодильниках-плодоовочесховищах будь-якого типу, незалежно від типу будівельно-ізоляційних конструкцій та систем охолодження.

Список літератури

1. **Хмельнюк, М. Г.** Важливість стану холодильного господарства у забезпеченні продовольчої безпеки України [Текст]/ М. Г. Хмельнюк, А. Ю. Лагутін, В. П. Кочетов, О. М.Томчик // Наукові праці ОНАХТ.– вип. 45, Т. 1. – 2014. – С.116-121.
2. **Пат. на корисну модель 41517 Україна, МПК B65D 81/24 (2006.01), F 25 D 29/00**. Пластикова тара для зберігання плодоовочевої продукції / Томчик О. М. (Україна); власник ОДАХ. – № u200814732, заявл. 22.12.08; опубл. 25.05.2009, бюл. № 10/2009. – 2 с.
3. **Пат. на корисну модель 48587 Україна, МПК B65D 81/24 (2006.01), F25D 29/00.** Пластикова тара для зберігання плодоовочевої продукції / Томчик О. М. (Україна); власник ОДАХ.– № u200909923, заявл. 29.09.09, опубл. 25.03.2010, бюл. № 6/2010. – 2 с.
4. **Пат. на корисну модель 100447 Україна, МПК A01F 25/14 (2006.01), B65D 85/00, F25D 3/00.** Спосіб зберігання сільськогосподарських харчових продуктів або сировини / Томчик О. М., Савін С. М., Кочетов В. П. (Україна); власник ОНАХТ– № u201501050, заявл. 10.02.2015, опубл. 27.07.2015, бюл. № 14/2015. – 5 с.

УДК 621.575(088.8):664.8

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Титлов А.С., Тюхай Д.С., Титлова О.А., Березовская Л.В., Адамбаев Д.Б.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Современные требования к холодильным агентам в части озонобезопасности и минимизации вклада в «парниковый» эффект открывают широкие возможности для холодильных аппаратов абсорбционного типа или аппаратов с абсорбционно-диффузионными холодильными аппаратами (АХА), работающих с традиционным водоаммиачным раствором (ВАР) в качестве рабочего тела.

Основной недостаток АХА, сдерживающий их широкое распространение – низкая энергетическая эффективность, обусловленная физическими особенностями холодильного цикла. Этот фактор не только

предопределяет повышенные, по сравнению с компрессионными аналогами, стоимостные затраты, но и соответствующий вклад в «парниковый» эффект.

Анализ результатов экспериментальных исследований опытных и серийных моделей холодильных аппаратов с АХА показали, что их повышенный уровень энергопотребления предопределяется существующей методологией расчета и способом управления при эксплуатации. В соответствии с существующими требованиями к бытовым и торговым холодильным аппаратам, в первую очередь, необходимо обеспечить заданный температурный режим в холодильной камере в «жестком» режиме эксплуатации, при этом, как правило, работа АХА осуществляется в непрерывном режиме (КРВ = 1), а величина энергопотребления во внимание не принимается.

Как показывает эксергетический анализ цикла АХА наибольший успех в энергосбережении можно добиться при оптимизации прямого (теплового) цикла, который реализуется в т.н. «приводном» контуре АХА. Особое внимание при этом необходимо уделять перекачивающему термосифону (ПТС), потери эксергии в котором достигают 60 % от суммарных [1].

Анализ основных направлений энергосбережения показал, что наибольший успех при минимуме затрат может быть достигнут за счет использования оптимальных систем управления аппаратами с АХА. В частности, за счет изменения величины теплоподвода на ПТС в зависимости от температурных режимов в характерных точках холодильной камеры и АХА.

Проблемы энергосбережения в ПТС связаны с частичной конденсацией паров в подъемной части. Она решается за счет распределения подводимой тепловой нагрузки на ПТС в зависимости от температуры окружающей среды и температуры в холодильной камере. Эффект энергосбережения при этом составляет 15…16 % [2].

Основное внимание при разработке энергосберегающих режимов АХА, уделялось генераторному узлу. Было показано, что в значительной мере, энергосберегающие режимы холодильного аппарата определяются режимом прохода пара через затопленный U-образный ректификатор АХА.

Режимы прохода пара зависят от величины теплоподвода к ПТС АХА. В энергосберегающих режимах работы АХА проход пара осуществляется путем барботирования. При увеличении тепловой нагрузки на ПТС пар оттесняет жидкость и в верхней части ректификатора образуется паровая прослойка. Очистка пара и предварительный подогрев пара в ректификаторе в этом режиме минимальны. На примере модели низкотемпературной камеры (НТК) «Стугна-101» АМЛ-180 было показано, что работа в энергосберегающих режимах позволяет снизить энергопотребление по сравнению с лучшими зарубежными аналогами до 50 % [3].

Развитие этого направления было связано с установкой дополнительного теплоизоляционного кожуха на дефлегматоре АХА. Эффект энергосбережения в этом случае составил: 21 % («Киев-410»); 12 % («Кристалл-408»); 17 % («Стугна-101» АМЛ-180). Для реализации таких энергосберегающих режимов необходимо осуществлять контроль температуры пара на выходе дефлегматора – она не должна превышать температуры насыщения аммиака при рабочем давлении в АХА (порядка 50 °С) [4].

При разработке энергосберегающих способов управления исходили из того, что в нерабочем периоде температура элементов приводного контура АХА (термосифона, ректификатора, дефлегматора), за счет тепловых потерь в окружающую среду, снижается.

Это сопровождается не только охлаждением крепкого и слабого ВАР, но и частичной конденсацией паров в дефлегматоре и конденсаторе АХА. При конденсации паров их место занимает инертный газ, до этого находящийся в контуре естественной циркуляции (КЕЦ). Очевидно, что чем больше время нерабочего периода, тем ниже опустится температура и тем больший объем в дефлегматоре АХА займет инертный газ.

При подаче тепловой нагрузки на ПТС инертный газ будет выталкиваться в КЕЦ динамическим напором парового потока, величина которого будет зависеть от количества паровой фазы. В момент запуска АХА определенное количество генерируемого в ПТС пара будет затрачиваться на разогрев элементов конструкции ректификатора, дефлегматора и конденсатора. При прочих равных условиях, время прохождения парового потока до конденсатора будет определяться степенью охлаждения элементов приводного контура в нерабочем периоде, т.е. длительностью нерабочего периода. Это говорит о том, что известное положение - "чем больше время нерабочего периода, тем больше экономичность", не всегда применимо для бытовых и торговых абсорбционных холодильных аппаратов.

Для повышения экономичности необходимо не допускать значительного переохлаждения элементов конструкции приводного контура АХА.

Уменьшить степень переохлаждения транспортных элементов приводного контура АХА можно как путем увеличения термического сопротивления теплоизоляции генераторного узла, так и частичным их прогревом в нерабочем периоде.

Первый путь в бытовой и торговой технике ограничен габаритными требованиями, второй - более перспективен.

Несколько иная ситуация в холодильных аппаратах с высоким термическим сопротивлением ограждающих конструкций, например, в НТК с «суперизоляцией» «Стугна-101» АМЛ-180. В отличие от однокамерных или двухкамерных моделей, в которых регламентировано соотношение температур в камерах, НТК потенциально имеют большие функциональные возможности, т.к. могут применяться практически во всем диапазоне температур хранения, используемом в быту – от минус 18 °С до 12 °С, т.е. стать универсальным холодильным прибором.

В этом случае теплоизоляционные конструкции камеры традиционно должны проектироваться с учетом работы АХА в «жестком» режиме эксплуатации, поэтому универсальная модель будет обладать значительным запасом холодопроизводительности при умеренных низких температурах окружающей среды и положительных температурах хранения.

В таких универсальных аппаратах, выполненных по классу *SN** , могут иметь место режимы хранения с минимум либо отсутствием теплопритоков (t_K = 5...12 °С, $t_{o.c.}$ = 10 °С). Время рабочего периода в этом случае гораздо меньше нерабочего, поэтому обеспечивать постоянный прогрев элементов генераторного узла может быть нецелесообразно. В таких условиях эксплуатации экономичнее может быть позиционный режим управления.

Литература

1. **Захаров М.Д., Тітлов О.С., Тюхай Д.С., Ботук Ю.С., Василів О.Б.** Аналіз ексергетичної ефективності циклів АХА // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. –Одеса: ТЄС. –2001. – Вип.22, – С.161–167.
2. **Титлов А.С., Тюхай Д.С.** Энергосберегающие режимы работы перекачивающих термосифонов бытовых холодильных машин абсорбционного типа //Вестник Международной академии холода. – 2000. – Вып. 4. – С.13-15.
3. **Титлов А.С., Ботук Ю.С., Мазур А.В., Завертаный В.В.** Оптимизация температурно-энергетических характеристик абсорбционно-диффузионных холодильных агрегатов и аппаратов бытовой техники на их основе. // Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры: Науч. -техн. сб. –1995. – Вып. 1-2. – С. 69-78.
4. **Васылів О.Б., Титлов А.С.** Поиск энергосберегающих режимов работы серийных абсорбционных холодильных аппаратов // Холодильная техника и технология. – 1999. -Вып. 60. – С.28-37.

УДК 629.12.03

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЫХ СУДОВЫХ ВИНТОВ

Титлов А.С.[1], Крушенко Г.Г.[2], Решетникова С.Н.[3], Толстопятов М.И.[4]

[1]д.т.н., проф., зав. кафедрой теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей Одесской национальной академии пищевых технологий.

[2]д.т.н., проф., гл. научный сотрудник Института вычислительного моделирования СО РАН.

[3]к.т.н., зав. методическим кабинетом диссертационных советов Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева.

[4]к.т.н., доцент каф. «Технология машиностроения» Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева.

` В качестве движителей на плавсредствах широко применяются гребные винты (ГВ) [1], которые в основном изготовляют литьем в песчано-глинистые формы [2, 3]. При этом проблемой является получение ГВ с требуемой чистотой (шероховатостью) поверхности, которая, как известно, влияет как на эксплуатационные характеристики ГВ [4, 5], так и на ходовые характеристики судна [6, 7]. Известно также, что чистота поверхности ГВ оказывает существенное влияние на возникновение кавитационной эрозии поверхности ГВ [8], развитие которой может привести не только к ухудшению ходовых характеристик судов, но и к разрушению лопастей ГВ [9].

При этом известно, что при литье в песчано-глинистые формы поверхность стальных отливок практически во всех случаях поражается дефектом, именуемым «пригар», который представляет собой грубую, прочно сцепленную с телом отливки корку, образующуюся в результате проникновения жидкого металла в поры между зернами песка формы и стержня, а также и в результате химического с ними взаимодействия [10]. И для приведения качества поверхности отливки в соответствие с требованиями технической документации применяются различные, достаточно трудоемкие способы ее очистки. С целью уменьшения пригара рабочие поверхности литейных форм и стержней (последние оформляют внутренние

полости отливки) покрывают огнеупорными красками [11], представляющими собой суспензии, которые состоят из порошкового наполнителя (например, графит, пылевидный кварц/маршалит SiO_2, двуокись титана TiO_2, оксид алюминия Al_2O_3 и др.) и связующего/растворителя (например, вода, гидролизный спирт, жидкое стекло и др.) [12]. Однако применение принятых в настоящее время красок не предупреждает образование на отливках пригара.

В связи с этим нами были разработаны и испытаны в производственных условиях новые противопригарные краски [13-15], новизна которых заключается в том, что они содержат нанопорошки (НП) тугоплавких химических соединений, При использовании таких покрытий практически полностью предотвращается образование пригара, и, как результат, повышается чистота и улучшается качество поверхности отливок, в связи с чем отпадает необходимость проведения обрубных и зачистных работ, и применения связанного с этим оборудования, включая, например, установку для электрогидравлической выбивки стержней, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда и экологическое состояние.

Очевидно, основной эффект от применения НП в красках происходит в связи со значительной разницей размеров наночастиц, величина которых не превышает 100 нм; 1 нм = 10^{-9}м [16]), и частиц формовочного песка (зерна кварца имеют размеры от 0,14 до ≥ 0,28 мм [17]), из которого состоит литейная форма. Существенным фактором является и форма зерен кварца, характеризующаяся «угловатостью», в связи с чем, при формовке между зернами кварца остаются зазоры. Размер частиц тугоплавких соединений, используемых в обычно применяемых стандартных красках, лежит в микрометровом интервале (например, зерна маршалита имеют размер до 0,01 мм), в связи с чем, они не могут перекрыть зазоры между зернами кварца литейной формы – согласно [18] свободное пространство между зернами составляет от 25,9 до 47,6 % от общего объема формы в зависимости от их взаимного расположения и от степени уплотнения формы), в которые и проникает жидкий металл, в результате чего на поверхности отливок образуется пригар.

При этом все применяемые в работе НП – Al_2O_3, BN, B_4C, SiC, Si_3N_4, TiC, $Ti_xC_yN_z$, TiN, TiO_2, VCN – независимо от их структуры показали близкий и высокий противопригарный эффект. По-видимому, их противопригарный эффект определяется только размерами частиц. Примерный расход любого из приведенных составлял около 25 г на 1 $м^2$ окрашиваемой площади поверхности литейной формы/стержня.

С целью определения функции НП в красках с поверхности литейной формы снимали поверхностный слой, погружали его в соляную кислоту и полученный осадок отфильтровывали и изучали с помощью бинокулярного микроскопа. При этом было установлено, что осадок имел вид отдельных губчатых корочек, состоящих из спекшихся песчинок, что характерно для химического пригара – это свидетельствует о том, что присутствующие в краске частицы НП предотвращают проникновение жидкого металла в поры формовочной смеси.

Установлено также, что в связи с наноразмерностью частиц НП улучшаются и технологические свойства красок: а) повышается их седиментационная устойчивость в результате участия высокодисперсных частиц в броуновском движении, открытие которого принадлежит R. Brown [19]. Объяснение этому явлению дал А. Эйнштейн [20]), суть которого заключается в том, что находящиеся в жидкой среде частицы с размерами меньше 1 мкм находятся в постоянном движении, что в рассматриваемом случае предотвращает расслоение жидкого покрытия по удельному весу при длительном выстаивании (десятки часов); б) усиливается проникающая и кроющая способность краски; в) в 1,5…2,0 раза уменьшается расход красок по сравнению с известными составами; г) противопригарный эффект обеспечивается при меньшем расходе краски – достаточно однослойной покраски литейных форм и стержней.

При разработке состава красок, как любой дисперсной системы, постоянство свойств композиции во времени, выражаемую седиментационной устойчивостью, определяли согласно ГОСТ 10772-64 по высоте выделившейся из краски жидкости при отстаивании в калориметрическом цилиндре емкостью 250 мл при выдержке 3, 7 и 24 часа. В результате изучения этой характеристики для красок с НП их расслоение не происходило и при выстаивании в течение 24 час.

При применении на Красноярском заводе «Сибтяжмаш» стандартных красок – при литье стальных деталей самовысыхающее противопригарное покрытие, содержащее 60,7% электрокорунда белого (синтезированный синтетический корунд (98…99% Al_2O_3).) и поливинилбутирального лака (остальное), а при литье чугунных деталей – водное противопригарное покрытие, содержащее 66,9 % графита скрытокристаллического литейного; 1,9 % графита серебристого; 1,8% глины формовочной; 0,4% крахмалита; 1,8% сульфитно-дрожжевой бражки и 27,2 % воды, поверхность отливок на достаточно большую глубину поражались пригаром (Таблица 1). В результате введения в эти краски (за счет соответствующего уменьшения жидкой составляющей) для стального литья – 1,3 % НП Al_2O_3, а для чугунного – 3,0 % НП Al_2O_3, и окраски ими песчаных стержней, изготовленных по CO_2-процессу, образование пригара на отливках было полностью предотвращено, хотя для литых изделий такого типа и не требовалась столь высокая чистота поверхности.

Работа по снижению пригара с помощью противопригарного покрытия, содержащего НП Al_2O_3 была также проведена и на Алма-Атинском заводе тяжелого машиностроения. При этом в результате окраски

песчаных стержней было предотвращено образование пригара на отливках «Крышка редуктора» и «Букса рольганга» из стали 45Л, а также «Звена» из стали 35Л. При окраске покрытием с НП Al_2O_3 поверхности песчаного стержня (площадь окраски – 0,052 м^2) при литье на Красноярском судоремонтном заводе полой детали судового двигателя «Дебаланс» (габариты 127х408х420 мм, масса 88,6 кг), отливаемой из стали 25Л, также было предотвращено образование пригара.

Таблица 1 Влияние состава противопригарного покрытия на пригар стальных и чугунных отливок

Наименование отливки и марка чугуна/стали	Масса отливки т	Окраска стандартной краской		Окраска стандартной краской с добавкой НП Al_2O_3
		окрашенная рабочая поверхность стержней, м^2	площадь отливки, пораженная пригаром, м^2/% от окрашенной площади стержней	площадь отливки, пораженная пригаром, м^2/% от окрашенной площади стержней
Броня, сталь 110Г13Л	3,0	3,12	1,15/37 (пригар до 9 мм)	пригар отсутствует
Зубчатое колесо ∅ 3,66 м, сталь 45Л3	18,42	8 х 1,94 = 15,528	до 1,5/7,79 (площади, оформляющие спицы; пригар до 3 мм)	пригар отсутствует
Изложница, чугун СЧ15	1,08	1,0344	1,0344/100 (пригар до 6 мм)	пригар отсутствует
Изложница, чугун СЧ15	0,445	0,878	0,878/100 (пригар до 3 мм)	пригар отсутствует
Изложница, чугун СЧИ	2,86	4,5	4,5/100 (пригар до 3 мм)	пригар отсутствует

Полученные результаты послужили основой для применения нанопокрытий при литье деталей, к качеству поверхности которых предъявляются высокие требования. Объектом исследования послужил четырехлопастной ГВ пассажирского судна внутреннего плавания типа «Заря», отливаемый на Красноярском судоремонтном заводе [21] из стали 25Л, диаметр которого составляет 0,698 м, высота ступицы – 150 мм масса 98 кг, частота вращения 1450 об/мин. Согласно ГОСТ 8054-81 «Винты гребные металлические» ГВ судов такого типа относятся к классу «обычный», для которых параметры шероховатости *Ra* (*Rz*) входящей кромки лопасти на 0,1 длины сечения от радиуса ступицы и поверхность от *0,9R* до конца лопасти должны быть не больше 20 (80) мкм, а *Ra* (*Rz*) всех остальных поверхностей лопастей и ступицы не должны быть больше 80 (320) мкм.

По принятой технологии литейную форму собирали из четырех, изготовленных по CO_2-процессу песчаных стержней, окрашенных стандартной краской (60,7% электрокорунда белого и (остальное) поливинилбутирального лака) при площади окраски полости формы, оформляющей одну лопасть с обеих сторон – 0,045 м^2), в которых оформлялись лопасти и ступица. При этом пригар на обеих сторонах лопастей составлял 12…15 мм. В результате применения той же краски, но содержащей порядка 10% НП SiC (соответственно было уменьшено содержание электрокорунда) было полностью предотвращено образование пригара на лопастях и ступицах. Измерение величины шероховатости показало, что величина *Ra* (*Rz*) не превышает 20 (80) мкм.

На рис. 1 приведена фотография ГВ, одна из лопастей которого оказалась чистой от пригара (см. →), по той причине, что поверхность стержней, в которых она оформлялась, была окрашена краской, содержащей НП SiC. Остальные лопасти оформлялись в стержнях, поверхность которых была окрашена стандартной краской.

Опыт применения НП в красках для песчано-глинистых литейных форм и стержней был перенесен на краски, применяемые для окраски рабочих поверхностей металлических форм (кокиль) при литье на Красноярском алюминиевом заводе из сплава АК7ч трехлопастного лодочного гребного винта, представляющего собой сочетание конической ступицы (высота 90 мм, диаметр цилиндрической части ступицы – 62 мм) с тремя примыкающими к ней лопастями сложной криволинейной формы с толщиной, уменьшающейся от 6,8 мм у ступицы до 1,5 мм по периферии. Площадь каждой лопасти составляет 80,207 см^2. Диаметр винта по периферии лопастей составляет 240 мм. Масса отливки с прибылью составляет 0,775 кг. Литье детали производилось в кокиль с криволинейным разъемом в горизонтальной плоскости, отлитый из этого же сплава. Кокиль для литья состоит из двух полуформ со сложным криволинейным разъемом в горизонтальной плоскости по лопастям, ступица оформляется в нижней полуформе (Рис. 2). Винт

располагался в кокиле конусом ступицы вниз. Заливку металла производили в прибыльную часть отливки, являющуюся продолжением цилиндрической части ступицы.

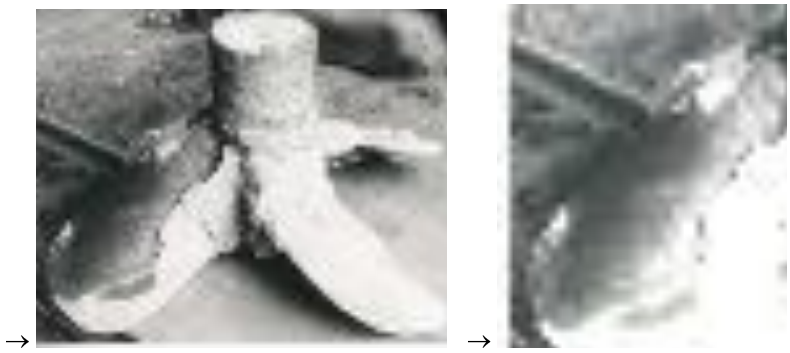


Рис. 1. Отливка судового четырехлопастного гребного винта массой 98 кг из стали 25Л: стрелка → указывает на лопасть, оформившуюся в полости формы, окрашенной краской, содержащей НП SiC.



а б в

Рис. 2. а) верхняя полуформа кокиля (вид перпендикулярно плоскости разъема) для литья трехлопастного лодочного гребного винта; б – отливка; в – винт, обработанный резанием

Кокильные краски предназначены как для исключения прямого контакта жидкого металла с материалом кокиля, так и для обеспечения требуемой чистоты поверхности отливаемых деталей. Недостатком используемых в производстве кокильных красок, в частности, при литье деталей из алюминиевых сплавов, содержащих такие огнеупорные составляющие как мел $CaCO_3$, двуокись титана TiO_2, окись цинка ZnO и др., является их низкая седиментационная устойчивость по причине крупности частиц, что приводит к расслоению красок при выстаивании, а это, в свою, очередь, требует постоянного их перемешивания в процессе окраски форм с помощью пульверизатора. Кроме того, крупные частицы этих компонентов недостаточно прочно сцепляются с окрашиваемой поверхностью и поэтому в процессе литья огнеупорное покрытие местами выкрашивается, в связи с чем кокиль периодически подкрашивается. Однако при этом слой краски на поверхности кокиля становится «разнотолщинным», в связи с чем на поверхности отливок воспроизводятся эти неровности, что ухудшает не только и не столько товарный вид отливки, а наличие таких неровностей ухудшает эксплуатационные характеристики винта. Кроме того, при удалении отливки винта из кокиля краска подвергается значительному истирающему воздействию, что также нарушает толщину покрытия, что также сказывается на геометрии лопасти. При этом, одним из основных требований к качеству винта, обеспечивающим его требуемые ходовые качества, является получение лопастей с требуемой толщиной сечения, которое в месте перехода к ступице составляет 100 мм и уменьшается до 2 мм по периферии. В то же время важным критерием приемки винтов является строгое ограничение дисбаланса, на величину которого и влияет неоднородность толщины лопастей.

С целью повышения качества поверхности винта при приготовлении кокильной краски использовали НП нитрида кремния Si_3N_4 в количестве 3,92 масс. % (остальное: 5,88 % окиси цинка ZnO; 11,76 % жидкого стекла Na_2SiO_3; ост. – вода). Обычно краски на поверхность кокиля наносятся с помощью пульверизатора, и, в связи с тем, что краски с НП обладают повышенной седиментационной устойчивостью [20], их расслоение не происходит, что обеспечивает равномерность покрытия. Кроме того, в связи с соизмеримостью частиц НП с шероховатостью поверхности кокиля, повышается их сцепляемость с ней, а также заполняемость ими пустот между более крупными частицами окиси цинка, что обеспечивает получение более ровного покрытия.

Причем, при литье в стационарный кокиль были сложности с воспроизведением геометрии лопаток, имеющих сложное криволинейное сечение и уменьшающееся от 10 мм у ступицы до 1,5 мм у окончания контура лопатки, что выражалось в их «недоливе»/(недооформлении). Причиной возникновения этого дефекта было либо занижение температуры заливки, либо пониженная температура кокиля. В связи с этим была изготовлена малогабаритная центробежная установка с электроприводом с вертикальной осью вращения, к столу которой прикрепляли кокиль. Заливку металла производили при установленной опытным

путем частоте вращения стола, составляющей 225 об/мин. При этом недолив лопаток полностью исключался. Причем, стало возможным на 25…30^{0}С уменьшить температуру заливки. Расчеты по известной формуле [22]: $k = mw^2r/g$ (где k – коэффициент утяжеления; m – масса вращающегося тела; w – угловая скорость; r – радиус вращающегося тела; g – земное ускорение) [22] показали, что повышенная заполняемость полости формы объясняется утяжелением расплава при вращении от k = 2,207 у основания лопатки до k = 6,225 у ее периферии. При этом повышается и плотность сплава в лопастях (ρ = *кг/м*^{3}; определяли методом гидростатического взвешивания вырезанных образцов) – если при стационарном литье ρ лопасти повышается от ступицы к периферии на 2,57%, то при центробежном – на 3,82%, что сопровождается и ростом механических свойств винта (определяли на вырезанных образцах) по сравнению с их величиной при стационарном литье. Так, если $\sigma_в$ образцов, вырезанных из ступицы стационарно отлитого винта, составляет 194,5 МПа, то из отлитого центробежным способом – 209,2 МПа (больше на 7,5%). Относительное удлинение δ повышается в меньшей степени – с 0,56 до 1,0%, но укладывается в требования – по ГОСТ 1583-93: $\sigma_в$ = 118-206 МПа; δ = 0,5-2,0%.

При окраске кокиля краской, содержащей НП Si_3N_4, стойкость окрашенного слоя при съеме с разовой покраски кокиля, позволяла отлить не менее 300 винтов (даже при том, что струя металла входила в полости, оформляющие лопасти, под большим давлением), тогда как при окраске кокиля заводской краской (5,0% ZnO; 2,0% Na_2SiO_3; ост. – вода) стойкость разового покрытия обеспечивала съем не больше 120 (меньше в 2,5 раза). При этом чистота поверхности отливок повысилась – шероховатость *Rz* уменьшилась с 34 до 21 мкм (в 1,6 раза).

Заключение. В работе установлено, что при использовании противопригарных нанопокрытий для окраски поверхности как песчано-глинистых форм при литье стальных судовых винтов, так и металлических форм при литье лодочных винтов из алюминиевых сплавов, повышается чистота их поверхности. Следует при этом отметить, что краски, содержащие нанопорошки, обладают высокой седиментационной устойчивостью, что предохраняет их от расслоения, что, в свою очередь, обеспечивает однородность покрытия окрашиваемых поверхностей. Приготовление нанопокрытий производится простым замешиванием нанопорошка в жидкую составляющую краски. Любые нанопорошки производятся в нашей стране сотнями организаций.

Список литературы

1. **Антоненко С. В.** Судовые движители: учеб. пособие. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. 126 с.

2. **Degu Y. M., Sridhar K.** Marine propeller manufacturing – a new approach // American journal of engineering research. 2014. Vol. 3. Issue 5. P. 207–211.

3. **Ezanno A., Doudard C., Moyne S. et al.** Validation of a high-cycle fatigue model via calculation/test comparisons at structural scale: Application to copper alloy sand-cast-ship-propellers // International Journal of Fatigue. May 2015. Vol. 74. P. 38–45.

4. **Mosaad M. A.** Marine propeller roughness penalties // University of Newcastle upon Tyne, UK. Ph.D. Thesis. 1986. 40 p.

5. **Лысенков П. М., Михайлов В. С., Тевелев Л. Г.** Влияние рельефа поверхности гребных винтов на их гидродинамические характеристики // Судостроение. 1987. № 2. С. 39–41.

6. **Grigson, C. W. B.** Propeller roughness, its nature and its effect upon the drag coefficients of blades and ship power // Trans. R.I.N.A. 1982. Vol. 124, P. 227–242.

7. **Chen H., Cardone V., Lacey P.** Use of operation support information technology to increase ship safety and efficiency // SNAME Transacfions. 1998. Vol. 106. P. 105–127.

8. **Георгиевская Е. П.** Кавитационная эрозия гребных винтов и методы борьбы с ней. Л.: Судостроение. 1978. 208 с.

9. **Щелканов А. Ф.** Состояние поверхности металла и характер начального разрушения при кавитации // Энергомашиностроение. 1972. № 1. С. 25–27.

10. **Швецов В. И., Иванов М. А., Кулаков Б. А. и др.** Процессы образования и предотвращения пригара на стальных отливках // Вестник ЮУрГУ. Серия: Металлургия. 2015. № 1. С. 17–23.

11. Foseco Ferrous Foundryman's Handbook. 11-th ed. Edited by Brown J.R. Oxford: Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill. Chapter 16. Coatings for moulds and cores. 2000, P. 226–244.

12. **Иванов В. Н.** Словарь-справочник по литейному производству. М.: Машиностроение. 1990. 384 с.

13. **А.с. СССР № 980922** Противопригарная краска для литейных форм и стержней / Г. Г. Крушенко, М. Ф. Жуков, П. А. Михалев и др. // БИ. 1982. № 46.

14. **Патент РФ № 2048952.** Противопригарная краска для литейных форм и стержней / И. В. Усков, Г. Г. Крушенко, В. Ф. Пинкин и др. // БИ. 1995. № 33.

15. **Крушенко Г. Г.** Литейные нанопокрытия // Нанотехника. 2012. № 2. С. 93–97.

16. **Тананаев И. В., Федоров В. Б., Малюкова Л. В. и др.** Характерные особенности ультрадисперсных сред // ДАН СССР. 1985. Т. 283. № 6. С. 1364–1367.

17. **Гуляев Б. Б., Корнюшкин О. А., Кузин А. В.** Формовочные процессы. Л.: Машиностроение. 1987. 264 с.

18. **Vetiska A., Bradic J., Macashek I. et al.** Teoreticke zaklady slevarenske technologie. vydání, 2., upravené vyd. Praha: NTL. 1976. 320 s.

19. **Brown R.,** A brief account of microscopical observations made in the months of June, July, and August, 1827, on the particles contained in the pollen of plants, etc. // Philosophical Magazine, 1828. Vol. 4. P. 161–173.

20. **Einstein A.** Uber die von der molekularkinetischen Theorie der Warme geforderte Bewegung von in ruhenden Fluessigkeiten suspendierten Teilchen // Annalen der Physik. Mai 1905. Bd. 17. S. 549–560.

21. **Крушенко Г. Г., Буров А. Е., Козлов А. А. и др.** Повышение точности изготовления рабочего колеса водометного движителя // Судостроение. 2003. № 4. С. 43–44.

22. **Степанов Ю. А., Анучина М. Г., Баландин Г. Ф. и др.** Специальные виды литья.- М.: Машиностроение, 1970. 224 с.

УДК: 621.565.2; 664.8.037.01

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ СОКОВИТОЇ РОСЛИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ В УПАКОВКАХ З ПІДВИЩЕНОЮ ТЕПЛОВОЮ ІНЕРЦІЙНІСТЮ ТА АКУМУЛЯТИВНОЮ ЗДАТНІСТЮ

Томчик Олена Миколаївна[1], м. н. с. ПНДЛ ХТ, Хмельнюк Михайло Георгійович[1], д. т. н., професор кафедри ХУіКП, Гоголь Микола Іванович[1], к. т. н., завідуючий ПНДЛ ХТ, Ольшамовський Вадим Степанович[2], к. т. н., доцент

1 – Одеська національна академія харчових технологій,

2 – Національний університет «Одеська морська академія»

Основною умовою забезпечення необхідної тривалості зберігання і збереження якості плодоовочевої продукції є стабільне підтримання на необхідному рівні параметрів технологічного регламенту та їх ізотропності у вантажному просторі холодильних камер в період зберігання. При цьому основний вплив на тривалість зберігання та якість продукції має величина амплітуди періодичних коливань температури повітря в камері, яка залежить від конструктивних особливостей, умов експлуатації та рівня зносу холодильників. Навіть при підтриманні необхідного середнього рівня параметрів технологічного регламенту, коливання температури у вантажному просторі діючих холодильників можуть становити $\Delta T_{кам}$ = 6…12 °С [1, 2]. Існуючі методи, спрямовані на забезпечення стабільності параметрів технологічного регламенту при холодильному зберіганні соковитої рослинницької продукції, що базуються на застосуванні огороджувальних конструкцій з підвищеною теплостійкістю та модернізованих охолоджуючих систем, не передбачають захист продукту від температурних коливань.

Зниження впливу температурних коливань на рослинницьку продукцію у вантажному просторі камер може бути досягнуто шляхом підвищення його теплостійкості за рахунок використання упаковок з рідинними прошарками з підвищеною тепловою інерційністю та акумулятивною здатністю [3-7].

Упаковка являє собою виготовлений з полімерного матеріалу ящик з кришкою, з подвійними стінками. Між зовнішніми та внутрішніми стінками по периметру упаковки передбачений зазор, заповнений рідиною з високою тепловою інерційністю (див. рис.1) [3].

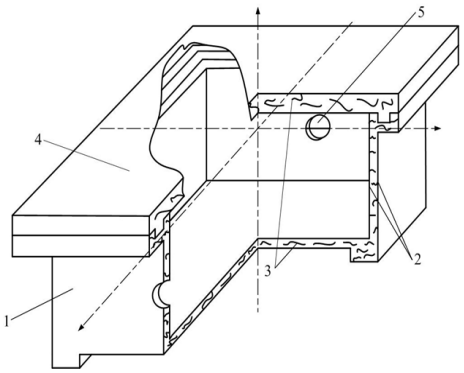


Рисунок 1 – Упаковка з підвищеною тепловою інерційністю: 1 – упаковка; 2 – зовнішня і внутрішня стінки упаковки; 3 – рідина з високою тепловою інерцією; 4 – кришка упаковки; 5 – отвір для доступу повітря до продукту

Як рідина з високою тепловою інерційністю може бути використана вода або водяні розчини солей, незамерзаюча вода у капілярних трубках, багатоатомні спирти, або водяні розчини багатоатомних спиртів.

Упаковки такого типу класифікують як багатооборотні, жорсткі та універсальні.

Технологія зберігання передбачає охолодження упаковки до температури, що відповідає параметрам технологічного регламенту зберігання продукту, розміщення в ній попередньо охолодженого продукту, закладання упаковки з продуктом до камери, що охолоджується.

У ПНДЛ ХТ ОНАХТ проведені дослідження з визначення впливу конструктивних характеристик упаковок різної конфігурації (з водяними прошарками – експериментальних, без прошарків – контрольних упаковок) на коливання параметрів технологічного регламенту в їх обсязі залежно від коливань температури у вантажному просторі камер.

Дослідження проводили у камерах різного типу при модифікації можливих відхилень температури повітря в камері, які мають місце при зберіганні, на плодах яблуні Гала І сорту.

При проведенні досліджень запропонована математична модель теплообміну, що дозволяє встановити характер зміни та величину коливань температури продукту в упаковках різної конфігурації [8-10].

Під час моделювання теплових навантаженнях ззовні, які викликають тимчасове зростання амплітуди коливань температури в камері, величина підвищення температури продукту в упаковках з водяними прошарками протягом експериментів знижується у 1,8...3,2 рази, а максимальний перепад температур яблук – в 1,8...2,1 раз, в порівнянні з упаковками без водяних прошарків. Змінення температури яблук протягом години в експериментальних упаковках – не більше 0,2 ºС, в контрольних – 0,3…0,9 ºС [2].

Під час проведення досліджень впливу конфігурації упаковок на температуру яблук при постійних періодичних коливаннях температури повітря в камері, що охолоджується, використовували експериментальні упаковки з водяними прошарками від 7 до 27 мм.

Досліди проводили в холодильній камері КХК-6, середня температура повітря якої становила 2,3...2,7 °С, а амплітуду коливань температури повітря камери підтримували на рівні 8,3…8,4 ºС. В камеру одночасно закладали експериментальну і контрольну упаковки з плодами. Термін тривалості кожного досліду – 4 тижні.

Амплітуда коливань температури яблук в експериментальних упаковках $A_{пл.} \leq 0,2$ ºС, тоді як в контрольних $A_{пл.} = 0,5…0,7$ ºС. Втрати маси яблок в упаковках з водяними прошарками на 32,3...33,8% нижче, ніж в контрольних упаковках. Якість плодів, що зберігалися в експериментальних упаковках, була вищою, ніж плодів в контрольних упаковках [2, 8-10].

Також були проведені досліди в камері холодильника PROFILO, середня температура повітря якої складала 2,53...2,58 °С. Під час кожного з дослідів до камери закладали одну упаковку з плодами – контрольну або експериментальну. Тривалість проведення дослідів – 3…5 днів.

При проведенні дослідів з упаковками з водяними прошарками середня амплітуда коливань температури повітря камери $A_{кам.ср} = 1,87…2,11$ °С, і була нижчою, ніж при використанні упаковки без прошарку ($A_{кам.ср} = 2,12…2,141$ °С).

Середнє значення зміни температури плодів за 1 годину при зберіганні в контрольній упаковці $\Delta T_{пл} = 0,074...0,125$ °С, тоді як в експериментальних $\Delta T_{пл} = 0,022...0,041$ °С, що в 1,8...3,6 разів менше. Середня амплітуда коливань температури плодів в експериментальних упаковках також зменшилася: від $A_{пл.ср.} = 0,123...0,131$ °С до $A_{пл.ср.} = 0,013...0,025$ °С.

Втрати маси яблук в упаковках з водяними прошарками на 30,6...38,3% нижче, ніж в контрольній упаковці, а витрати енергії на зберігання продукту – нижче на 17,5...21,1%.

Також зберігання продукту можна здійснювати у стоякових піддонах [11] спеціальної конструкції. Такий піддон містить вантажну платформу, опорний стояковий каркас та знімні елементи з полімерного матеріалу, установлені по периметру та зверху опорного стоякового каркасу, кожен з яких складається з чотирьох бокових, верхньої і нижньої поверхонь, простір між якими заповнений рідиною з високою тепловою інерційністю.

Стояковий піддон використовують у наступному порядку. Тару (з будь-якого придатного для зберігання продукту матеріалу) з попередньо охолодженим продуктом формують у пакети і розміщують на вантажній платформі. Потім в патрубки кутиків каркасу установлюють стояки, які зверху з'єднують між собою. Після цього по периметру і зверху каркасу кріплять знімні елементи, попередньо охолоджені до температури, що відповідає параметрам технологічного регламенту зберігання продукту. Завантажений піддон розміщують у камері, що охолоджується.

Висновок. Упаковки з підвищеною тепловою інерційністю та акумулятивною здатністю забезпечують захист продукту від коливань температури в камері, сприяючі зменшенню його втрат, збереженню якості, подовження строку зберігання та зменшення енергетичних витрат при зберіганні. Даний спосіб зберігання може бути застосований у холодильниках-плодоовочесховищах будь-якого типу, незалежно від виду будівельно-ізоляційних конструкцій та систем охолодження.

Список літератури

1. **Хмельнюк, М. Г.** Важливість стану холодильного господарства у забезпеченні продовольчої безпеки України [Текст]/ М. Г. Хмельнюк, А. Ю. Лагутін, В. П. Кочетов, О. М.Томчик // Наукові праці ОНАХТ.– вип. 45, Т. 1. – 2014. – С.116-121.

2. **Кочетов, В. П**. Упаковки с повышенной тепловой инерционностью для хранения растительной продукции [Текст] / В. П. Кочетов, Е. Н. Томчик // **«**Пищевая промышленность», Россия. – № 1. – 2014. – С. 16-19. https://elibrary.ru/item.asp?id=21046613
3. **Пат. на корисну модель 41517 Україна, МПК B65D 81/24 (2006.01), F 25 D 29/00.** Пластикова тара для зберігання плодоовочевої продукції / Томчик О. М. (Україна); власник ОДАХ. – № u200814732, заявл. 22.12.08, опубл. 25.05.2009, бюл. № 10/2009. – 2 с.
4. **Пат. на корисну модель №44897 Україна, МПК A01F 25/00, B65D 85/34 (2006.01).** Контейнер для зберігання плодоовочевої продукції / Томчик О. М. (Україна)); власник ОДАХ. – № u200900999, заявл. 09.02.09; опубл. 26.10.2009, бюл. № 20/2009. – 3 с.
5. **Пат. на корисну модель №48587 Україна, МПК B65D 81/24 (2006.01), F25D 29/00.** Пластикова тара для зберігання плодоовочевої продукції / Томчик О. М. (Україна); власник ОДАХ.– № u200909923, заявл. 29.09.09, опубл. 25.03.2010, бюл. № 6/2010. – 2 с.
6. **Пат. на корисну модель №100447 Україна, МПК A01F 25/14 (2006.01), B65D 85/00, F25D 3/00.** Спосіб зберігання сільськогосподарських харчових продуктів або сировини / Томчик О. М., Савін С. М., Кочетов В. П. (Україна); власник ОНАХТ– № u201501050, заявл. 10.02.2015, опубл. 27.07.2015, бюл. № 14/2015. – 5 с.
7. **Пат. на корисну модель №118674 Україна, МПК F25D 3/00, B65D 85/00, A01F 25/14 (2006.01).** Спосіб зберігання сільськогосподарських харчових продуктів або сировини / Томчик О. М. (Україна); власник ОНАХТ – № u201613596; заявл.29.12.2016; опубл. 28.08.2017, бюл. № 16/2017. – 7 с.
8. **Томчик Е. Н.** Моделирование процессов теплообмена в условиях периодических колебаний температуры в камере при использовании упаковок различной конфигурации [Текст] / Е. Н. Томчик, В. П. Кочетов // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – вип. 2 (79). – 2013. – С.103-113.
9. **Кочетов, В. П.** Математическая модель теплообмена в условиях периодических колебаний температуры в камере при использовании упаковок различной конфигурации [Текст] / В. П. Кочетов, Е. Н. Томчик // **«**Холодильная техника и технология». – № 5 (145). – 2013. – С. 64-71. reftech.od.ua
10. **Кочетов, В. П.** Особенности процессов теплообмена между упакованным продуктом и окружающей средой при периодических колебаниях температуры [Текст] / В. П. Кочетов, Е. Н. Томчик // «Пищевая промышленность: наука и технологии» (Беларусь). – № 1 (23). – 2014. – С. 50-55.
11. **Пат. на корисну модель №100448 Україна, МПК A01F 25/00, B65D 6/10 (2006.01), F25D 1/00, F25D 3/00.** Стояковий піддон для сільськогосподарських харчових продуктів або сировини / Томчик О. М., Савін С. М., Кочетов В. П. (Україна); власник ОНАХТ – № u201501051, заявл. 10.02.2015, опубл. 27.07.2015, бюл. № 14/2015. – 8 с.

УДК: 621.565

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЬ ТОРГІВЕЛЬНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Константинов І.О., Хмельнюк М.Г.
Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна 112, Одеса, 65039

Аналіз світового ринку торгівельного холодильного обладнання показує що всі галузі харчової торгівлі затрачають велику кількість ресурсів для забезпечення заданих виробником умов зберігання товарів, та надання можливості отримання споживачем якісної продукції.

Комерційний холод вимагає при створенні чи обслуговуванні обладнання підвищення енергоефективності, зниження затрат ресурсів на виготовлення даної продукції та урахування впливу на навколишне середовище. Данні завдання є основною ціллю підприємств-виробників торгівельного холодильного обладнання.

Порівняння умов по виготовленню торгового холодильного обладнання показує наявність низки недоліків що мають різний вплив на кінцеву продукцію. Поширеними недоліками при виробництві холодильного торгівельного обладнання треба виділити складність монтажу, невідповідність електронних схем світовим стандартам, підбір комплектації холодильної установки, і як наслідок, не відповідність своїм кліматичним класам, не раціональне розташування компонентів системи та ін.

На даний час спостерігається підвищення розвитку потреб ринку холодильного торгівельного обладнання з високим впливом ергономічної складової. Потребує приділення більш ресурсів на підготовку нових моделей до впровадження в виробництво при дотриманні стандартів ISO 23953-2:2005(E).

Дана робота проведена в лабораторних умовах ТОВ «ЮКА-інвест» і несе дослідницький та розрахунковий характер в галузі торгового морозильного обладнання на основі морозильного ларя M400S+.

На рис.1 приведено комплектуючи холодильної системи ларя, які розділені між відсіками що включають в себе: А - компресорний відсік; В - листотрубний конденсатор; С - листотрубний випаровувач; D – відділення РТО.

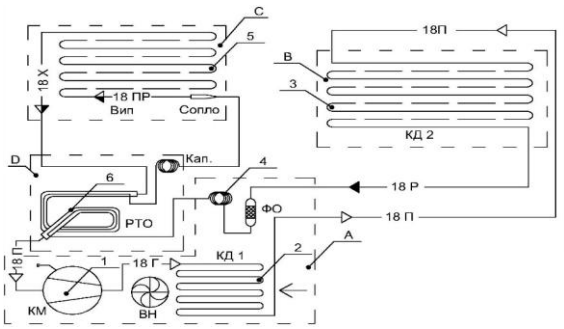


Рис.1 Схема холодильної системи:
1 - герметичний компресор; 2 - теплообмінник для зняття перегріву (предконденсатор);
3 - листотрубний конденсатор; 4 - капілярну трубку; 5 - листотрубний випарник; 6 - РТО.

Проведено дослідження температур і вологості холодильної системи при роботі ларя.

Результати дослідження наведені на рис.2 і в таблиці 1.

По холодильній системі було розміщено п’ять датчиків температури в наступних місцях: на лінії нагнітання на відстані 100мм. від компресора; на виході з теплообмінника для зняття перегріву; на фільтрі (кінець конденсації); на лінії всмоктування на відстані 100мм. від компресора; на лінії завантаження продукції.

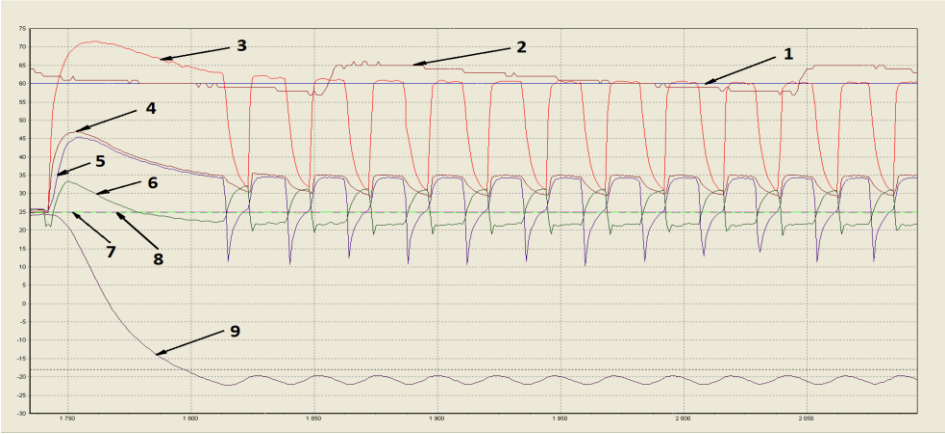


Рис.2 Залежність температури від часу.

Таблиця 1. Температури роботи холодильної системи морозильного ларя

№ п/п	Назва	Пікове значення	Робоче значення	Значення в момент старту	Значення в момент вимкнення
1.	Задане значення вологості	60 %	60 %	60 %	60 %
2.	Дійсне значення вологості	65 %	60 %	57 %	63 %
3.	Нагнітання	72-73 ˚С	62-63 ˚С	32-31 ˚С	61-62 ˚С
4.	Зняття перегріву	46-47 ˚С	35-34 ˚С	30-28 ˚С	34 ˚С
5.	Всмоктування	34-33 ˚С	22-23 ˚С	18-19 ˚С	22 ˚С
6.	Кінець конденсації	45-46 ˚С	34 ˚С	30-31 ˚С	9-10 ˚С
7.	Задана температура середовища	25 ˚С	25 ˚С	25 ˚С	25 ˚С
8.	Дійсна температура середовища	25.2 ˚С	25 ˚С	24,8 ˚С	25,2 ˚С
9.	Лінія завантаження	24-25 ˚С	-22 ˚С	-19 ˚С	-24-(-24) ˚С

Дослідження проведено при умовах, які відповідають 3 кліматичному часу при значенні вологості hp=60%, яка коливається в діапазоні 8%. Задана температура навколишнього середовища рівна t_{oc}=25˚С та коливається в межах 0.2˚С.

Проведено лабораторні дослідження теплових навантажень (термонапруга) на охолоджуваний об'єм, використовуючи датчикі температури які були розміщені по корпусу агрегату. Результати дослідження наведено на рис.3.

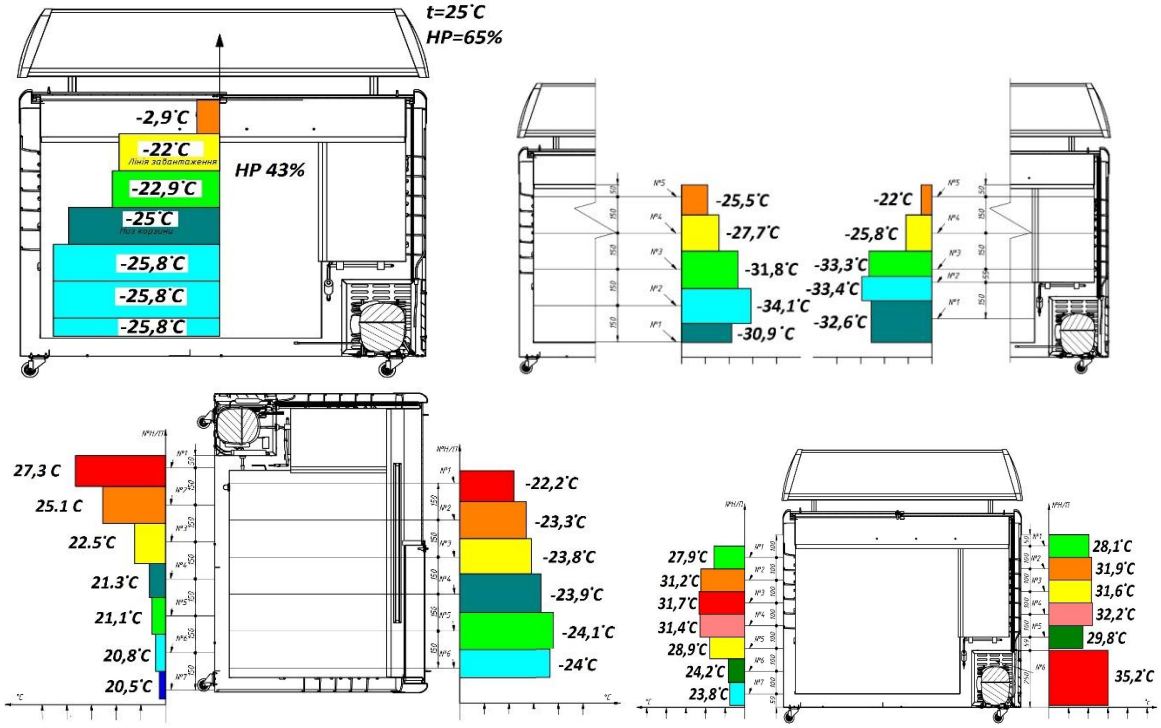


Рис.3 Теплові навантаження (термонапруга) на корпус морозильного ларя.

Результати дослідження дозволяють визначити місця максимальних теплових навантажень на корпус ларя та розрахувати теплоприливи від навколишнього середовища, листотрубного конденсатора, по периметр корпусу і навантаження від компресорного відсіку. Дані досліджень використовуються при створені універсального розрахунку холодильного обладнання даного типу незалежно від об'єму, форми та комплектації.

ВИСНОВОК

Проведенні лабораторно-дослідні роботи, дають змогу швидкого та точного розрахунку 12 різноманітних варіантів комплектації ларя з різним об'ємом, з урахуванням кліматичних класів та зменшує затрату часу на підбір обладнання, та підвищує швидкість виходу нового продукту на ринок.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Бойко М.М.** Експлуатація холодильного та торговельного обладнання. – Х.: «Компанія СМІТ», 2001. – 512 с.

2. **Черевко О.І. Новікова О.В. Потапов В.О.** Обладнання підприємств сфери торгівлі: навч. посібник. –К.: Ліра-К, 2010.- 648 с.

3.Сайт підприємства https://juka.ua/

УДК: 641.539: 621.574.013-932.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФЛЕГМАТОРА КОМБИНИРОВАННОГО АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ПРИБОРА

Холодков А.О., Титлов А.С., Приймак В.Г.; Гратий Т.И.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Анализ тепловых режимов абсорбционных холодильных агрегатов (АХА) показал, что перспективным направлением в энергосбережении может стать разработка бытовых приборов, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья [1]. В таких комбинированных бытовых приборах теплота, выделяющаяся при реализации холодильного цикла, не отводится в окружающую среду, а направляется в специальную тепловую камеру (ТК). В объеме ТК поддерживается температура выше, чем температура воздуха в помещении. Эффект энергосбережения достигается за счет того, что температурные режимы в ТК поддерживаются без привлечения дополнительных энергозатрат.

На предварительном этапе разработки бытовых комбинированных приборов был приведен анализ технологий, использующих термическую обработку продуктов, полуфабрикатов и сырья. Показано, что для реализации в быту подавляющего числа пищевых технологий достаточным является диапазон температур 50...70 °С [2].

В современной бытовой холодильной технике такой диапазон температур отвода тепла холодильного цикла может быть получен только в АХА, причем анализ температурных полей показал, что необходимым температурным потенциалом (более 70 °С) обладает опускной и подъемный участки дефлегматора и ректификатор [3].

В опускном участке дефлегматора и в ректификаторе проходит паровой поток водоаммиачной смеси, который используется для предварительного подогрева потока крепкого водоаммиачного раствора (ВАР) на входе генератора, поэтому отбор тепла в этих элементах влияет на энергетическую эффективность цикла АХА.

Максимальный эффект энергосбережения, в части обеспечения температурных режимов ТК, может быть достигнут в случае отбора тепла на подъемном участке дефлегматора. С учетом того, что большинство времени эксплуатации АХА в составе холодильного прибора работает в нестационарном режиме (позиционном [4] либо комбинированном [5]) с переменными тепловыми нагрузками на элементах следует оценить возможность применения ТК в составе абсорбционного холодильного прибора.

В первую очередь, необходимо оценить тепловой и температурный потенциал подъемного участка дефлегматора при работе в таких нестационарных режимах.

. В общем случае, исходя из общих физических представлений, можно выделить два режима работы дефлегматора:

а) режим очистки паровой смеси, когда температура стенки превышает температуру конденсации аммиака;

б) режим частичной конденсации чистых паров аммиака.

Исходными данными при моделировании являются:

а) размеры подъемного участка дефлегматора (длина, внутренний и наружный диаметры трубы);

б) коэффициенты теплопроводности материала стенки трубы дефлегматора и материала теплой изоляции;

в) массовый расход пара аммиака на выходе подъемного участка дефлегматора G''_{ex};

г) параметры потока паровой смеси на входе в подъемный участок дефлегматора (температура, массовая концентрация).

На вход подъемного участка дефлегматора поступает паровая водоаммиачная смесь с параметрами.

При частичной дефлегмации на начальном (нижнем) участке за счет разности температур стенки и потока концентрация аммиака в нем увеличивается. Равновесная температура потока паровой смеси при этом снижается и на следующем, расположенном выше участке дефлегматора, температура стенки будет ниже, чем на начальном.

За счет изменения температуры стенки по высоте дефлегматора будут иметь место аксиальные перетоки тепла по сечению трубы (Q_{ax}).

Противотоком паровой смеси по внутренней стенке дефлегматора стекает охлажденная флегма. Теплота дефлегмации (Q_D) после подогрева флегмы (Q_F) отводится в окружающую среду (Q_{env}) как в зоне установки теплоизоляционного кожуха, так и со свободной поверхности трубы.

В основе математической модели лежат уравнения сохранения тепла и массы, которые для участка дефлегматора высотой Δx имеют вид

$$\Delta Q_{D(dx)} = \Delta Q_{env\,(dx)} + \Delta Q_F + \Delta Q_{ax}\,, \quad (1)$$

$$G''_{вх} = G''_{dx} + G'_{dx}\,, \quad (2)$$

где G''_{dx} и G'_{dx} – массовые расходы паровой смеси на выходе участка Δx и флегмы, образующейся на этом участке, соответственно, кг/с.

Результаты расчетов подъемных дефлегматоров типичных бытовых АХА приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета подъемного участка дефлегматора типичных бытовых АХА

Наименование расчетных параметров	Базовые объекты		
	Холодопроизводительность испарителя АХА, Вт		
	40	50	60
	Высота подъемной части дефлегматора, м		
	0,80	1,00	1,25
Массовый расход $G{\cdot}10^5$, кг/с			
– аммиака во флегме	0,198	0,248	0,297
– воды во флегме	0,388	0,486	0,583
– флегмы	0,586	0,733	0,878
– пара аммиака на выходе дефлегматора	3,330	4,171	5,002
– паровой смеси на входе дефлегматора	3,916	4,905	5,882
Тепловая нагрузка подъемного участка дефлегматора, Вт	20,9	26,2	31,5
Термическое сопротивление тепловой изоляции при температуре воздуха, К/Вт:			
– 32 °С	2,54	2,02	1,68
– 22 °С	3,01	2,40	2,00
Тепловые потери при комфортной температуре воздуха в помещении (22 °С), Вт:			
– при установке тепловой изоляции на всем дефлегматора	1,8	2,2	3,3
– в базовой конструкции	7,4	10,9	13,7
Снижение тепловых потерь на подъемном участке дефлегматора АХА по сравнению с базовой конструкцией, %	**17**	**22**	**22**

Расчеты проведены для трубы дефлегматора диаметром 16 × 1,5 мм. Материал трубы – сталь (λ_S = 45 Вт/(м·К)). Материал теплоизоляции кожуха – ткань из стекловолокна (λ_{ti} = 0,056 Вт/(м·К)). На вход подъемного участка дефлегматора поступает водоаммиачная паровая смесь с температурой равной 120 °С.

Выводы

1. Перспективным направлением энергосбережения в бытовой технике может стать разработка приборов, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья. В таких бытовых комбинированных приборах теплота, выделяющаяся при реализации холодильного цикла, не отводится сразу в окружающую среду, а передается в специальную ТК, при этом в объеме ТК поддерживается температура выше, чем температура воздуха в помещении. Эффект энергосбережения достигается за счет расширения функциональных возможностей бытовых приборов без привлечения дополнительных энергозатрат.
2. Анализ температурных режимов АХА показал, что только подъемный участок де-флегматора обеспечивает работоспособность ТК в составе комбинированного теплового прибора.
3. Проведенное моделирование тепловых режимов подъемного участка дефлегматора показало, что тепловая изоляция должна закрывать весь участок, ее толщина для стеклово-локнистой ткани должна быть не менее 3...4 мм. Тепловые потери в окружающую среду при этом сокращаются от 17 до 22 %.
4. Особый интерес разработанная модель представляет при оптимизации режимов ра-боты АХА с переменными тепловыми нагрузками в генераторе, в том числе и с форсажны-ми. Имея зависимость расхода паровой смеси на входе в дефлегматор от подводимой тепло-вой нагрузки, можно контролировать

расположение зоны очистки пара аммиака при любой температуре воздуха в помещении и реализовывать энергосберегающие режимы работы бытовых комбинированных приборов с помощью электронных систем управления.

Литература

1. **Титлов А.С.** Разработка новых конструкций бытовых комбинированных приборов абсорбционного типа, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки [Текст] / А.С. Титлов, С.В. Вольневич, Ю.А. Козонова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій . – 2013. – Т.1. – Вип. 44.– С.231-241.
2. **Тележенко Л.М.** Розробка нового типу побутових комбінованих приладів [Текст] / Л.М. Тележенко, О.С. Тітлов, С.В. Вольневич, Ю.О. Козонова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 22-25.
3. **Тітлов О.С.** Науково-технічні основи створення енергозберігаючих побутових абсорбційних холодильних приладів [Текст] / О.С. Тітлов, М.Д. Захаров // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 113-127.
4. **Titlova O.** Concept of automatic control system for improving the efficiency of the absorption refrigerating units / O. Titlova, V. Khobin, O. Titlov // Automation of technological and business-processes. – 2016. – V. 2. – № 4. – P. 4—7.
5. **Titlova O.** Search of the energy efficient operation modes of absorption refrigeration units / O. Titlova, O. Titlov, O. Olshevska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.– 2016. – 5/2(83). – P. 45-53.

УДК 621.575:620.91:662.997

РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ НА НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛАХ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Магурян Н.С., Тітлов О.С., Мазуренко С.Ю., Возиянов А.И.
Одеська національна академія харчових технологій

Загальновідомо, що найціннішим ресурсом на планеті найближчим часом стане вода, а боротьба за водні ресурси в світі є одним з факторів в сучасних збройних конфліктах і, ця тенденція буде тільки зростати в майбутньому. Для сприяння у вирішенні цієї проблеми, в грудні 2003 року Генеральна Асамблея Організації Об'єднаних Націй оголосила 2005-2015 роки Міжнародним десятиріччям дій «Вода для життя». Близько 70 відсотків поверхні земної кулі покрито водою, проте на 97,5 відсотка вона складається з солоної води. Тим часом, основна частина прісної води знаходиться в 1 кілометровому шарі атмосфери. Середня абсолютна вологість біля земної поверхні становить 11 г / м^3, а в тропічних регіонах вона доходить до 25 г / м^3 і вище. Велика кількість країн тропічного поясу страждає від відсутності прісної води, хоча її зміст в атмосфері досить значно. Тому одним з найважливіших завдань є більш розвинутою технологій дозволяють витягати воду з повітря, причому безпосередньо на місці, де вона необхідна. Найбільші перспективи мають методи, пов'язані з роботою автономних генераторів штучного холоду - холодильних машин, які гарантовано забезпечують температуру нижче точки роси. В наш час, основний обсяг ринку обладнання по виділенню води з повітря припадає на системи, які мають в своєму складі компресійну холодильну установку з електричним приводом. Необхідною умовою роботи компресійної холодильної машини є наявність електричної енергії. У той же час переважна кількість країн, що зазнають дефіцит води, обмежені і в енергоресурсах. Чи не єдиним доступним джерелом енергії у них є сонце. Тому, як найбільш перспективного напрямку нами вибрано використання модернізованих абсорбційних водоаміачних холодильних машин (АВХМ), що працюють від джерела нізкопотенціального тепла - сонячної енергії. Одним з перспективних напрямків є можливість використання існуючої інфраструктури сонячних нагрівачів води, сумарний обсяг площ колекторів яких в світі більше 110 млн.м^2.

Аналіз режимних характеристик АХМ показав, що основні проблеми, які треба вирішити при використанні їх в системах отримання води наступні: по-перше, розробити конструкції АХМ з повітряним охолодженням теплорассеівающіх елементів, а по-друге, запропонувати цикл, який можна було б реалізувати в умовах тропічних температур зовнішнього повітря і рівні температур традиційних водяних сонячних колекторів (80-100 °С)

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розробка схем і термодинамічний аналіз АВХМ на низькопотенційних джерелах теплової енергії для систем отримання води з атмосферного повітря.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

а) провести аналіз сучасного стану розробок схем і циклів АВХМ і визначити найбільш перспективні напрямки досліджень;

б) провести розрахунок термодинамічних циклів АВХМ з урахуванням специфіки роботи в широкому діапазоні температур навколишнього середовища (коливання температури навколишнього середовища на протязі доби, робота при низьких температурах навколишнього середовища);

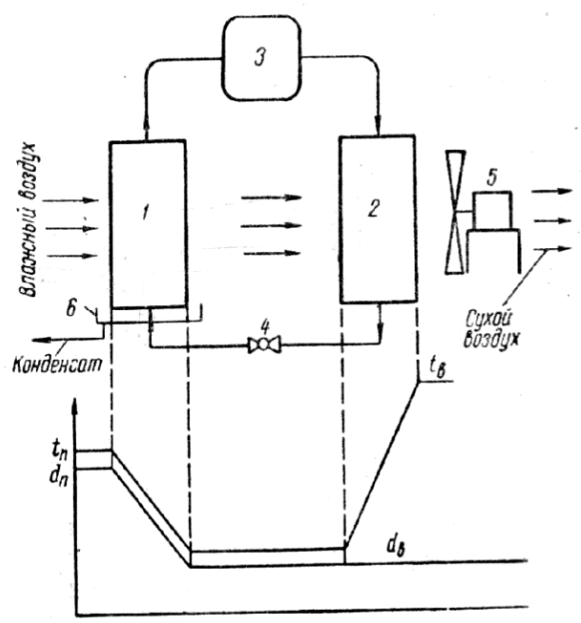
в) розробити нові схеми систем отримання води з атмосферного повітря на базі АВХМ з сонячними колекторами і сформулювати рекомендації для проектувальників.

Об'єкт дослідження - цикли і схеми АВХМ, що працюють в широкому діапазоні температурних параметрів.

Предмет дослідження - термодинамічні параметри циклів, температурні і енергетичні режими .

Методи отримання води з атмосферного повітря за допомогою штучного і природного холоду.

Компресійні холодильні машини. Оскільки поверхня повітроохолоджувача має температуру нижче точки роси осушуваного повітря, волога конденсується у вигляді крапель, що стікають в піддон або інею, що осідає на зовнішній поверхні трубок і ребр. При цьому температура і вологовміст повітря знижуються. Охолоджений і осушене повітря надходить в ребристий конденсатор повітряного охолодження, в трубках якого конденсується холодильний агент, стиснений компресором до тиску конденсації.



Принципова схема роботи механічного осушувача:

1 - повітроохолоджувач безпосереднього охолодження; 2 - конденсатор повітряного охолодження; 3 - компресор; 4 - регулюючий вентиль; 5 – вентилятор

Висновки: Був проведений аналіз енергетичної ефективності циклів АВХМ з бустер-компресором. При аналізі використовувався «модифікований теплової коефіцієнт» циклу АВХМ, який являє собою відношення корисного ефекту (холоду) до витраченої в циркуляційному насосі і бустер-компресорі електричної потужності.

Було виконано порівняння енергетичних характеристик циклу АВХМ з бустер-компресором і циклу парокомпресійної холодильної машини, що працює в тому ж діапазоні температур охолодження і зовнішнього повітря. Показано, що мають місце енергетичні переваги АВХМ з бустер-компресором навіть перед ідеальним холодильним циклом Карно парокомпресійної холодильної машини, що працює в тому ж діапазоні температур охолодження і зовнішнього повітря, починаючи з рівня температури що гріє джерела 100 °С.

Енергетичну перевагу пропонованих АВХМ при цьому склало від 11 до 24 %.

УДК 536.24:621.1

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УТИЛИЗАТОРОВ ТЕПЛА С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

Васылив О.Б., Титлов А.С.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Рост стоимости энергоносителей и интенсификация “парникового" эффекта в атмосфере Земли предопределяют повышенные требования к экономичности современных систем проточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха (СКВ).

СКВ по энергоемкости превосходят системы вентиляции, при этом капитальные затраты на них достигают 20% общей стоимости зданий, а эксплуатационные – 30…50 % всей стоимости эксплуатации [1].

Особую актуальность в этом случае приобретают вопросы утилизации тепла отработанного воздуха при помощи специализированного теплообменного оборудования.

При разработке систем утилизации тепла необходимо учитывать и сложную экологическую ситуацию. В настоящее время годовые загрязнения атмосферы составляют миллионы тонн, из них 90% приходятся на газообразные компоненты, 10% - на пыль. В частности, одним из наиболее экологически неблагополучным является сварочное производство, так как сварочный аэрозоль (СА) обладает широким спектром вредных воздействий на человека.

Применение встроенных и местных отсосов позволяет локализовать до 80 % СА. Для разбавления оставшихся 20 % СА до ПДК необходимо подавать в производственные помещения от 2000 $м^3$ до 350000 $м^3$ воздуха на 1 кг расходуемого сварочного материала [2].

В зимнее время перепад температур между наружным и воздухом в помещении может достигать 35 ^{0}С. В этом случае для производства с 10 сварочными постами на нагрев проточного воздуха необходимо затрачивать от 660 кВт до 10000 кВт тепловой энергии.

На первом этапе был разработан высокоэффективный теплоутилизатор (рис. 1.), работающий в режиме барботирования [3].

Устройство содержит две емкости, выполняющие функции охладителя 1 и нагревателя 2, сообщенные между собой циркуляционным контуром 3, 4, 5 промежуточного теплоносителя.

Вытяжной воздуховод 6 с фильтром 7 сообщен с помещением (не показан) и подключен к охладителю 1 с возможностью барботирования потока вытяжного воздуха через слой 4 промежуточного теплоносителя и его сообщения через расположенный в охладителе 1 сепаратор 8 (отделитель частиц с помещением.

Приточный воздуховод 9 подключен к нагревателю 2 с возможностью барботирования потока приточного воздуха через слой 5 промежуточного теплоносителя и его сообщения через расположенные в нагрева-теле 2 сепаратор 10 и подогреватель 11с помещением.

Дополнительный приточный воздуховод 12 подключен к охладителю 1 с возможностью смешивания с потоком вытяжного воздуха после сепаратора 8.

Циркуляционный контур 3 заполняют промежуточным теплоносителем (водой или, например, химически инертной жидкостью типа полиметилсилоксановой) с образованием в охладителе 1 и нагревателе 2 слоев 4 и 5 жидкости.

Вытяжной воздух собирается и удаляется из помещения и одновременно с приточным воздухом подаётся соответственно через вытяжной воздуховод 6 и основной приточный воздуховод 9 в охладитель 1 и нагреватель 2.

В охладителе 1 осуществляется охлаждение вытяжного воздуха и подачу из охладителя 1 в помещение.

Одновременно осуществляют нагрев приточного воздуха в нагревателе 2 и дополнительный нагрев в подогревателе 11 и последующую подачу обработанного приточного воздуха в помещение.

Одновременное охлаждение вытяжного воздуха и нагрев приточного воздуха осуществляют в режиме барботирования соответственно в охладителе 1 и нагревателе 2 теплоутилизатора через слои 4 и 5 циркулирующего промежуточного теплоносителя с проведением последующей сепарации в сепараторах 8 и 10 охлажденного и нагретого вытяжного и приточного воздуха от содержащейся в последних жидкости.

Удаляемый из помещения вытяжной воздух перед его подачей в охладитель теплоутилизатора предварительно очищают от примесей в фильтре 7, а после сепарации смешивают в охладителе 1 с подаваемым в последний по дополнительному приточному воздуховоду 12 приточным воздухом и затем подают в помещение раздельно от обработанного в подогревателе 2 теплоутилизатора приточного воздуха.

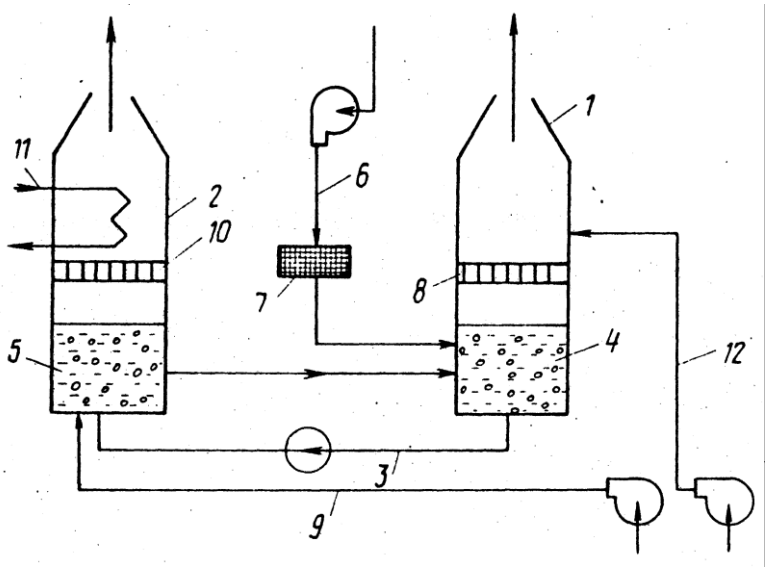


Рис. 1. Схема теплоутилизатора воздуха

Для обеспечения одновременной газоочистки разработана модификация с абсорбентом в качестве промежуточного теплоносителя. В частности, для обработки воздуха, содержащего сварочные аэрозоли можно использовать водный раствор уротропина (гексаметилентетрамина) с дисперсными частицами ионообменной смолы АВ-17-8 [2].

Показано [2], что новая конструкция теплоутилизатора-газоочистителя позволяет за счет реализации пенно-дисперсного режима очистки интенсифицировать теплообмен, как минимум, в 10 раз. В свою очередь это снижает габариты в 7…8 раз, а металлоемкость в 5…7 раз.

Литература

5. **Титлов А.С., Гродзинский В.В., Дмитренко В.В.** Разработка конструкций высокоэффективных теплообменников утилизаторов с совмещенной газоочисткой //Экологически защищенные системы промышленной вентиляции. –М.: ЦРДЗ. –1992. –С. 106-110.
6. **А.с. 1672136 СССР, МКИ F 24 F 3/14.** Способ обработки воздуха /А.С. Титлов, А.А.Эннан, Г.Ф. Смирнов, Л. М.Белый А.С. Байрамуков (СССР). -4695520/29; Заявл. 26.05.89; Опубл. 23.08.91, Бюл. № 31.
7. **Карпис Е.Е.** Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. –2-е изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 1986. –286 с.

UDC: 621.574

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF SEASONAL HOUSEHOLD REFRIGERATOR

Selivanov A.P.[1], Titlov A.S.[2]
[1] *Commission of Disciplines of Refrigeration Cycle*
Odesa Technical College of the Odesa National Academy of Food Technologies
[2] *Department of Heat and Power Engineering and Fuel Pipeline Transportation*
Odessa National Academy of Food Technologies

By a term a «seasonal refrigerator» is presently named cooling attachment, which utilizes in the work low temperature potential of air environment, being outside the heated bays. A term is not confessedly, because such refrigeration apparatuses are on the initial stage of development. Actuality of generation of seasonal refrigerator is delineated the problems of energy-savings during production activity of domestic and point-of-sale refrigeration devices. Domestic absorbing refrigerators that use low temperature potential of environment and work in the wide range of temperatures, refrigerators of "seasonal" type, not suitable for work with the quick-changing loading, but declared oneself irreplaceable in the permanent mode at of long duration maintenance of preset parameter. During work in the permanent mode becomes the problem of maintenance of the even temperature field in all chilled volume. Even presence, so-called, super isolations in the corps of modern refrigeration devices during stabilizing of

external and internal parameters are given by large running approach of temperature in the chilled volume and this running approach the more than greater ambient temperature. Researches showed that exactly an inertance of the systems on the base of diffusive for absorption refrigeration aggregates is reason of impossibility of creation of the even temperature field without additional modernization of cooling object. Modern domestic and point-of-sale refrigeration installation is designed for work in «hard» operation conditions for information climatic terms (in Ukraine is assurance of normative temperature characteristics in a condenser box at the temperature of air in a bay 32 °C. At the same time in our temperate climate basal time of production activity of apparatuses of the domestic and point-of-sale engineering drives at the temperature of air in a bay 16...22 °C. Such temperatures of air refrigeration apparatuses work not constantly, but with the cycling's cuttings-off, I.e. in position behavior. At lower temperatures of air in a bay (less than 10 °C production activity of modern domestic and point-of-sale refrigeration devices is n. In the case of compression designs it is related to the possible breaks of compression facility, because of gelling of butter, and in the case of absorption – with the complexity of start from a non-working condition and ineffectiveness of chilling cycle from high thermal drop on the departments of hauling of quenching agent in a condenser and vaporizer. At the same time, the decrease of temperature of air in a bay favorably influences on duties condensers of absorption class: at first, heat entrances diminish in a condenser box; secondly, a capability auxiliary to supercool a fluid quenching agent on the entrance of vaporizer and weak solution on the entrance of absorber appears, that improves power efficiency of work of condenser.

The known fact is and that almost a temperate climate has third of dry land with average annual temperatures from minus 5 °C to 12 °C. To utilize a natural cold for storage of food products presently developers offer collections with the original author name «HOLT» (refrigerator – heater), supposing to take away all or feature of refrigeration apparatus on the opened air.

Apparatuses suggest to place in window apertures so that one of walls of refrigerator box went out in an environment. It becomes firmly established that it allows to reduce of energy during production activity of refrigeration device on 50-66 %.

The known collections of «HOLTS» are completed by vapor compression machines refrigeration installations or thermobatteries. For the exception of freezing of products a heater thermo-couple and special collection of temperature control is utilized.

To the lacks of collections of «HOLT» it is possible to take the problems of their installation in small apartments – the typical condenser box of 200-240 dm3 will occupy all of window aperture of kitchen. The seasonal refrigerators of two classes are examined in developments of laboratory of the domestic refrigeration engineering of ONAFT: universal – exploited in the wide band of ambient temperatures, including below 0 °C (With, in dwellings and unoccupied bays, on a transport; traditional – exploited in dwellings bays with the temperature of air not below 16 °C).

As universal seasonal refrigerators the apparatuses of absorption class, workings with absorption refrigeration installations, are examined (ARI). It should be noted and such not unimportant presently fact - the working body of ARI consists of natural components (water-ammonia solution with the addition agent of inactive gas – hydrogen, helium or blend of hydrogen and helium) and has zero values of extents of ozone-destroying potential and potential of «hotbed» effect practically. Refrigeration apparatuses with ARI have a bank of such unique grades, as: quiet, high fail-safety and protracted resource, deficiency of jarring action, magnetic and electric fields during production activity; capability of the use in one apparatus of a few different thermal energy sources – both electric and alternative (heat of combustion of organic fuel, sun radiation, exhaust-gas of engines domestic combustion); capability of work with off-grade energy sources, including to the electric in the band of tension gridiron 160...240 V.

To dignities of ARI it is necessary to take a minimum cost among analogues. Absorption condensers, equipped burn-uses attachments, are widely utilized tourists and travelers, because there is not an alternative them in districts with deficiency of sources of electric power.

The evaluation of consequences of experiments of experimental and serial designs of absorption refrigerators retained that them enhance able, as compared to compression analogues, the level of energy consumption is predetermined existent methodology of calculation and method of bureau during production activity. In accordance with existent calls to the domestic refrigeration apparatuses, above all things, it is necessary to provide the set temperature condition in a refrigerator box in «hard» operation conditions, here, as a rule, work of ARI is carried out in a continuous duty - at the coefficient of working hours equal to unit (WHE = 1), and into account not taken on value of energy consumption.

At such approach the heat-expression components of ARI possess the supply of floor in the conditions of production activity at moderate 18...25 °C and low ambient temperatures.

Stocked floors allow to improve cool making vaporizer of ARI for a bill: auxiliary supercooling of fluid ammonia in a condenser; buildups of purification of vapor-gas blend (VGB) efficiency are in an absorber; decreases of temperature of VGB on included in a vaporizer.

At low ambient temperatures the steam current of ammonia fills up a refrigerator only partly, and an equal form concentration of ammonia in a water-ammonia grout (WAG) is bias in the band of low pressures. Both these the

factor cause the decrease of complete pressure in collection and buildup of density of diffusive processes at evaporation and absorption, that auxiliary results in the buildup of cool making vaporizer.

To the negative moments of work of ARI, it is necessary to take in the conditions of moderate and low ambient temperatures: partial condensation of steams of ammonia in a dephlegmator; supercooling hard (saturated an ammonia) WAG on an entrance in fluid heat changer (FHC); buildup of thermal drop from the components of generator component.

All of these factors at the unchanging extent of the fed thermal duty on a generator-thermosiphon result in the decrease of discharge of ammonia in a vaporizer, I.e. cause the decrease of refrigeration horsepower.

Resulting effect on cool making vaporizer of ARI of ambient temperatures delineated the characteristics of construction, behaviors and field of refrigeration apparatus conditions.

In spite of the manufactures affecting of ambient temperature work of components of AKHA synonymous is its influence on the values of heat entrancing in the cooled barrels, I.e. on the value of required cool making in behavior of storage.

So, during production activity of refrigerator box with the level of temperatures of storage plus 5 (With in a bay with a temperature 19 °C (With required approximately in two times less cool making, what drastic production activity).

At the generation of seasonal refrigerator of absorption class, it is necessary to consider the characteristic characteristics of starting cycle in behavior of position bureau.

These characteristics are related to the specific of realization of without pumping of chilling cycle, above all things, with the characteristics of gravity circulation of currents of working body, and consist in the following.

In an off-period due to thermal drop in an environment and steam no-flow conditions the temperature of components of direct circuit of ARI (generator-thermosiphon, rectifier, dephlegmator) declines. It is accompanied cooling hard and weak and by partial condensation of steams in a condenser and dephlegmator of ARI. VGB drives in a condenser and lifting highway of dephlegmator, which to this moment was blocked in the circuit of gravity circulation (CGC) of ammonia a steam current. What anymore time of off-period, the below a temperature will go down and the greater feature of dephlegmator will be occupied by VGB.

At the inclusion of thermal duty on the generator component of ARI VGB entrance through a equality highway in CGC by the current of steam. The dynamic discharge head of steam current depends on density of generation of steam in PTS and thermal behaviors of a transport highway. In the period of start the several of steam of ammonia is utilized for heating of frappe components of a transport highway (rectifier, dephlegmator, condenser). Duration of infilling of condenser steam of ammonia in the period of start will be delineated the degree of cooling of components of generator component of ARI in an off-period, I.e. by duration of off-period and level of ambient temperatures. It talks that the well-known thesis – «than anymore time of off-period, the anymore economy», straight inapplicable to the refrigerators of absorption class.

Detectable in this case there is a consequence about non-admission of the considerable supercooling of components of construction of generator component of ARI in an off-period.

This condition comports and with the consequences of bank of researchers and developers of the domestic absorption refrigeration engineering.

Decreasing the degree of supercooling of components of generator component is possible either due to the buildup of thermal resistance head heat-insulation or due to their heating in an off-period.

The first way is related to the buildup of weight size attributes, second - perspective, but presently it is not enough studied.

Questions, related to hunting of energy-savings duties absorption condensers, were examined from middle of 50th of the last century. Likhareva N.V. offered the method of work of ARI with a two sectional heater one section of which is included constantly, and the second is periodically connected by thermouser. A decrease of energy consumption is 10-15 %. Such method of bureau was afterwards realized in the doublecamera refrigerators of "Sibir" company, including in the licensed designs of "Crystal-9" and "Crystal-9M".

A few other situations in refrigeration apparatuses with the high thermal resistance head of non-load-bearing constructions of condenser boxes, for example, in low temperature barrels (LTB) with «superinsulation».

Unlike singlcamera or doublecamera designs in which correlation of temperatures is regulated in barrels, LTB potentially have large functional capabilities, because can, at presence of the fit collections of control, used in all of band of temperatures of storage, in-use in the way of life – from minus 18 °C to plus 12 °C, I.e. to become a multifunction refrigeration device.

In any case the heat-insulation coating of LTB must be designed considering work of ARI in «hard» operation conditions, therefore a multifunction design will possess the considerable supply of cool making at the positive temperatures of storage in the conditions of moderate and low temperatures of environment.

In multifunction LTB, executed on the class, behaviors of refrigeration storage can be realized with a minimum or with complete deficiency of теплопритоков, for example, temperature in a barrel plus 5...12 °C, and ambient temperature plus 10 °C. The time there is in this case a far fewer on-period non-working, therefore to carry

out the permanent heating of components of generator component becomes inadvisable, I.e. in such terms more economical there will be position behavior of bureau.

Thus, it is possible to draw a conclusion about perspective (from positions of energy-savings) of investigations in area of follow-on of starting and transitional processes practical escape of which will be become by automated control the system universal seasonal condensers of absorption class.

УДК 621.574

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ИХ ЭЛЕМЕНТАХ

Биленко Н.А., Титлов А.С., Осадчук Е.А.,
Одесская национальная академия пищевых технологий

Дефицит органических топливных ресурсов, особенно ощутимый в настоящее время в Украине, а также ужесточающийся во всем мире экологические требования по снижению потенциала глобального потепления на планете ставят как никогда ранее актуальную задачу снижения потребления топлива в энергетических, холодильных и энерготехнологических установках.

Предпосылкой к решению этой задачи на стадии научно-исследовательских разработок является теоретический анализ потерь от необратимости процессов в элементах энергетических, холодильных и энерготехнологических установок (эксергетических потерь) и поиск на его основе практических путей возможного снижения этих потерь, дающих экономию топлива.

Рассмотрено два подхода при эксергетическом анализе установок.

При первом подходе определяют эксергетические КПД отдельных элементов установки, по которым судят о термодинамическом совершенстве процессов, происходящих в этих элементах, а затем определяют эксергетический КПД всей установки.

При втором подходе определяют относительные эксергетические потери, сопоставляют их значения по величине и, затем, по универсальной формуле рассчитывают эксергетический КПД установки.

Алгоритм эксергетического анализа разрабатывался для двух типов абсорбционных холодильных установок: для установки с электромеханическим насосом для циркуляции водоаммиачного раствора (АХУ) и для абсорбционно-диффузионного холодильного агрегата (АДХА), устанавливаемого в бытовых холодильных приборах.

В состав АХУ входят следующие элементы: генератор, дефлегматор; конденсатор; переохладитель жидкого хладагента; испаритель, помещённый в холодильную камеру; абсорбер; регенеративный теплообменник растворов; водоаммиачный насос и насосы для прокачки охлаждающей воды через дефлегматор, конденсатор и абсорбер; дроссельные вентили для хладагента и для водоаммиачного раствора.

Из предварительных тепловых расчётов [1-2] известны параметры в характерных точках P_i, T_i, i_i, s_i, v_i, расходы рабочего тела через элементы схемы g_i (приведенные к расходу хладагента через испаритель), и таким же образом приведенные тепловые нагрузки элементов схемы q_i, а также приведенная суммарная работа насосов Σl_H.

Кроме того, известны температура, поддерживаемая в холодильной камере T_x, температура теплоносителя греющего низкопотенциального источника $T_Г = const$ и задана температура окружающей среды T_0.

В процессе генерации водоаммиачного пара участвуют два рабочих тела – кипящий водоаммиачный раствор и теплоноситель греющего низкопотенциального источника.

В процессе охлаждения в дефлегматоре участвуют: рабочее тело и окружающая среда.

В процессах конденсации и абсорбции участвуют рабочее тело и окружающая среда.

Переохладитель жидкого хладагента представляет собой теплообменник, в котором обмениваются теплом жидкий хладагент после конденсатора и парообразный хладагент после испарителя.

В регенеративном теплообменнике растворов обмениваются теплом слабый и крепкий водоаммиачные растворы.

В холодильной камере, в которой установлен испаритель, происходит теплообмен между охлаждаемым при температуре T_x объектом и испаряющимся жидким хладагентом.

Относительные эксергетические потери в насосах зависят от КПД насоса $\eta_н$ и КПД электродвигателя.

Приведенная выше методика позволяет провести сравнительный эксергетический анализ аппаратов бытовой холодильной техники, в частности, абсорбционно-диффузионных и компрессорных морозильников ёмкостью V = 200 дм³.

Выводы

Анализ полученных результатов показывает, что бытовые морозильники являются термодинамически несовершенными устройствами – эксергетические КПД преобразования энергии при их работе не превышают 7 %.

При работе бытовых морозильников от сетевой электроэнергии термодинамические преимущества, как и следовало ожидать, имеют компрессорные модели. При этом основные потери имеют место при получении и транспортировке электроэнергии (Ωпэ = 70 %).

Для абсорбционно-диффузионных моделей, в отличие от компрессорных моделей, имеется способ улучшить эксергетические показатели путём использования в качестве источника энергии органического топлива. При этом значительно возрастают потери в термосифоне-генераторе, однако, ввиду полного отсутствия потери, связанной с получением электроэнергии, общий эксергетический КПД АД-М увеличивается в ~ 3 раза, а, по сравнению с КМ – в ~ 1,7 раза. Во столько же раз уменьшается расход первичного топлива, что весьма существенно в условиях Украины.

Литература

1.**Захаров М.Д.** Енергетичні і екологічні показники компресійної та абсорбційної побутової холодильної техніки / М.Д. Захаров, О.С. Тітлов, Ю.С. Ботук, О.Б. Василів, Н.В. Рева // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – 1997. – № 17. – С. 167-175.

2.**Ботук Ю.С.** Экспериментальное определение экономичности низкотемпературной камеры с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами на различных температурных уровнях замораживания / Ю.С. Ботук, А.С. Титлов, О.Б. Васылив // Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры. Научно-технический сборник. –1998. – № 1. – С. 68-70.

УДК : 621.574.013-932.2:621.574.1:661.91

АНАЛИЗ ПАРОЭЖЕКТОРНОЙ И АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

Дьяченко Т.В., Титлов А.С., Артюх В.Н., Алнамер Абделкадер.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Потоки углеводородных газов, получаемых в технологиях химических и нефтеперерабатывающих производств, имеющих достаточно высокую температуру (порядка 60 °С и выше), целесообразно охлаждать до 20…35 °С для выделения из них фракций жидкого углеводородного топлива. Расчеты показали, что из газа с массовым составом углеводородов и при давлении этого газа 10…11 бар может быть сконденсировано 36…57 % по массе жидкого н-бутана и н-пентана. При этом необходимо отводить 150…230 кДж тепла на 1 кг газа. В расчетах использовались справочные данные [1-3].

В зимний период это возможно путем охлаждения газа технической водой из оборотной системы теплоснабжения, а в летний период, особенно для южных районов страны, необходимы установки для производства искусственного холода.

Следует иметь в виду, что на вышеназванных производствах имеются теплогенераторы (котельные установки, печи и т.п.), продукты сгорания на выходе из которых имеют достаточно высокий (300…350 °С) потенциал и нуждаются в утилизации. Утилизированное тепло может быть использована для получения искусственного холода.

К числу таких теплоиспользующих холодильных установок (ХУ) относятся пароэжекторные (ПЭХУ) и водоаммиачные абсорбционные (АХУ).

В настоящей работе проводится сравнение основных технических показателей этих двух типов установок применительно к задаче охлаждения технологического углеводородного газа в летний период. Такое сравнение позволит более обоснованно подойти к выбору типа ХУ и для решения подобных задач.

Объект исследования – теплоиспользующие холодильные установки пароэжекторного и абсорбционного типа.

Предмет исследования – рабочие режимы теплоиспользующих холодильных установок пароэжекторного и абсорбционного типа.

Методы исследования –теоретические, путем моделирования рабочих циклов.

Рассмотрены режимы работы типичной технологической линии нефтеперерабатывающих производств [1]:

- расход технологического газа 12 т/ч (состав газа указан выше), его давление 10 бар, температура на входе в испаритель ХУ 60 °С;

- расход утилизируемых продуктов сгорания $18 \cdot 10^3$ м^3/ч (примерно 13,5 т/ч при плотности 0,75 кг/м^3), их температура 350 °С;

- температура технической воды на входе в охлаждаемые элементы ХУ 40 °С, на выходе из них 45 °С.

В результате расчетов для каждой ХУ определяются:

- температура конца охлаждения технологического газа;
- температура конца охлаждения продуктов сгорания;
- параметры в характерных точках термодинамических циклов ХУ: давление P_i, температура t_i, удельный объем υ_i, энтальпия h_i, массовое паросодержание x_i, концентрация аммиака в воде аммиачной смеси (для АХУ) ξ_i, расход G (приведенный [кг/кг] и абсолютный [кг/с]), скорости потоков (для потоков в проточной части эжектора ПЭХУ);
- холодопроизводительность и тепловой коэффициент ХУ;
- тепловая нагрузка теплообменных аппаратов и мощности насосов - побудителей циркуляции;
- поверхности нагрева и габариты теплообменного оборудования;
- габариты эжекторной группы (для ПЭХУ).

Результаты технического анализа технических показателей ПЭХУ и АХУ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические показатели ПЭХУ и АХУ

Наименование показателя		Единицы измерения	Численные значения	
			ПЭХУ	АХУ
Конечная температура охлаждения технологического газа		°С	35	32
Конечная температура утилизируемых уходящих газов		°С	144	100
Количество получаемых жидких углеводородов		т/ч	4,31	5,26
Холодопроизводительность установки		кВт	500	584
Тепловой коэффициент установки		-	0,58	0,57
Расход хладагента		т/ч	0,75	1,78
Мощность насоса в цикле установки		кВт	0,15	2,8
Мощность насоса охлаждающей воды		кВт	4,1	4,8
Пароге-нератор	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	862 280 58 1,6×1,6×2,5	1027 286 71 2,5×2,4
Испари-тель	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	500 420 60 1,8×0,5×2,2	584 420 40 1,5×0,5×2,2
Конден-сатор	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	1362 972 258 2×1,3	554,5 1000 80 1,5×1,2
Абсор-бер	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	- - - -	952 500 76 1,6×1,5
Дефлег-матор	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	- - - -	104,5 412 11 1,6×0,8
Теплообмен-ник	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	- - - -	284 500 9 1×0,4

Охлади-тель жид-кости	Тепловая нагрузка Коэффициент теплопередачи Поверхность нагрева Габариты	кВт Вт/(м^2·К) м^2 м	- - - -	42,3 210 16 1×0,7
Эжек-торная группа	Количество эжекторов Расход рабочего пара на один эжектор Коэффициент эжекции Габариты одного эжектора	шт. т/ч т/ч м	6 2,05 0,625 1,7×0,3	- - - -
Суммарная тепловая нагрузка теплообменного оборудования		кВт	2724	3548,3
Суммарная поверхность нагрева теплообменного оборудования		м^2	376	303
Суммарный расход охлаждающей воды		т/ч	233,5	276,2
Суммарная мощность насосов		кВт	4,25	7,6

Анализ полученных результатов показал, что получение большего количества жидкого углеводородного топлива в варианте с АХУ (при примерно равных тепловых коэффициентах в обоих типах установок) связано с:

1) возможностью более глубокого охлаждения технологического газа (температура кипения аммиака в испарителе АХУ равна 9 °С, в то время как в испарителе ПЭХУ вода кипит при 25 °С);

2) возможностью более глубокой утилизации продуктов сгорания (до 100 °С) ввиду переменности температуры кипения водоаммиачного раствора в парогенераторе АХУ;

3) меньшие суммарные поверхности нагрева теплообменного оборудования (на 25%) в АХУ, несмотря на большее количество теплообменных аппаратов, это связано с отводом теплоты к охлаждающей воде не только в конденсаторе, как это имеет место в ПЭХУ, но и в абсорбере и дефлегматоре, осуществляющийся при больших, чем в конденсаторе, температурных напорах.

ВЫВОДЫ

При охлаждении технологического газа для получения из него жидкого углеводородного топлива с помощью пароэжекторной и абсорбционной холодильных установок технические показатели АХУ (возможность более глубокого охлаждения газа, большее количество получаемого топлива, меньшие суммарные поверхности нагрева теплообменных аппаратов) несколько выше (на 20 – 25 %), чем ПЭХУ.

Тем не менее, ввиду определенной сложности АХУ (большее число элементов оборудования, более высокий уровень давлений 6 - 20 бар, применение более агрессивного хладагента – аммиака) окончательный выбор типа холодильной установки для этих целей может быть сделан, исходя из условий и возможностей конкретного производства.

Литература

1. **Варгафтик, Н.Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М: Наука, 1972. – 720 с.

2. **Павлович, Н.В.** Справочник по теплофизическим свойствам природных газов и их компонентов / Н.В. Павлович. – М-Л: Госэнергоиздат, 1962. – 120 с.

3. **Кошкин, Н.Н.** Холодильные машины / Под ред. Кошкина Н.Н. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 512 с.

УДК 621.5 (536.7)

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОРГОВЛИ

Фуркало Сергей Владимирович
АО «Тандер», Краснодар, РФ

Проблема бесперебойной работы холодильного оборудования возникает на всех предприятиях общественного питания, а также торговых объектах таких как магазины, супермаркеты и склады. Данная проблема обусловлена финансовыми потерями в связи с порчей и списанием продукции и товаров.

На крупных предприятиях решение с бесперебойной работой оборудования нашли путем установки холодильных централей, а также установкой дополнительного (резервного) оборудования. При таком решении требуются большие финансовые затраты, наличие площадей, для расположения данного оборудования, а также постоянного нахождение на объекте квалифицированного персонала для контроля за исправностью оборудования и быстрого ремонта оборудования в случае его остановки [1, 2, 3, 4].

Малые предприятия такими ресурсами не обладают, и зачастую оборудование обслуживается только во время поломки.

Основными видами холодильного торгового оборудования на малых предприятиях являются: витрины, холодильные горки, среднетемпературные бонеты, низкотемпературные бонеты, лари, холодильные шкафы [5, 6, 7].

Основными поломками торгового холодильного оборудования являются:

1. Утечки хладагента;
2. Выход из строя пускового конденсатора электродвигателя компрессора и вентилятора конденсатора;
3. Межвитковое замыкание электродвигателя компрессора.

Рассмотрим причины и методы предотвращения данных поломок.

1. Утечки хладагента

На холодильном торговом оборудовании данный вид поломок встречается реже чем остальные, т.к. мест потенциальных утечек в оборудовании не много. В основном утечки происходят из-за заводских браков, реже из-за внешних факторов.

К заводским бракам можно отнести утечка на паянном соединении и утечка в запененной части теплообменного оборудования связанное с качеством устанавливаемых производителем материалов. Данный вид утечек проявляет себя, в основном, после длительной эксплуатации оборудования, т.к. эти утечки являются минимальными и в большинстве случаев не ремонтопригодными.

Ко внешним факторам относятся утечки хладагента связанные с использованием острых предметов, при оттайке оборудования, или неаккуратного обращения с ним, что приводит к деформации составляющих оборудования.

В связи с тенденциями рынка, производители пытаются максимально удешевить конструкцию оборудования, что и приводит к увеличению количества случаев данного вида поломок. Методов предотвращения данного вида поломок, кроме аккуратного обращения с оборудованием, у потребителя нет.

2. Выход из строя пускового конденсатора электродвигателя компрессора и вентилятора конденсатора

В связи с установкой на холодильное торговое оборудование более мощных компрессоров, чем на бытовые компрессоры, для плавного пуска на компрессоры холодильного торгового оборудования устанавливаются пусковые конденсаторы с различными емкостями. Также конденсаторы устанавливают на вентиляторы обдува конденсаторов для обеспечения плавного пуска и вращения. Происходит немало случаев взрыва пусковых конденсаторов, а также сгоранию компрессоров из-за эксплуатации компрессоров с неисправным пусковым конденсатором.

К потере емкости пускового конденсатора может привести несколько факторов, а именно: заводской брак, длительность эксплуатации, плохой контакт и тяжелый пуск электродвигателя.

Если на заводской брак повлиять не возможно, а сроки эксплуатации заводы изготовители не указывают, то на остальные факторы повлиять можно обычным проведением технического обслуживания оборудования, где в перечень работ обязательно должны быть включены протяжка и обжимка электроконтактов.

3. Межвитковое замыкание электродвигателя компрессора

К данному виду поломки приводит либо отклонения в электроснабжении объекта, либо отсутствие технического обслуживания оборудования.

Основными причинами отклонений в электросетях могут быть: молнии, неправильные регулировки на подстанциях или чрезмерно высокое потребление напряжения потребителями. Сгорание происходит при кратковременном увеличении напряжения выше 1000В либо длительной эксплуатации электродвигателя при низком напряжении, ниже 200 В, что приводит к прогоранию клея и соприкосновению витков обмотки электродвигателя, изменению сопротивления обмотки и, как следствие, быстрый нагрев биметаллической пластины в пуско-защитном реле которое отключает компрессор.

При отсутствии технического обслуживания оборудования на конденсаторе собирается пыль, паутина и т.д., что приводит к засорению конденсатора и ухудшению теплообмена. При плохом теплообмене, в конденсаторе хладагент конденсируется хуже, что приводит к повышению давления и повышенной нагрузке на компрессор после чего обмотка электродвигателя нагревается и через некоторое время компрессор сгорает.

Для минимизации количества межвитковых замыканий электродвигателей являются источники бесперебойного питания, в районах где происходят частые перепады напряжения, и регулярное техническое обслуживание оборудования.

Большинство поломок можно избежать проводя техническое обслуживание оборудования в которое войдут работы по очистке теплообменного оборудования и протяжке и обжимке электроконтактов.

Литература:

1. Физические основы низкотемпературной техники и холодильной технологии / Данько В.П., Карнаух В.В., Кудрин А.Б., Радионенко В.Н. // Донецк-Краснодар, 2016.
2. Тепломассообменные аппараты с подвижной насадкой для традиционных и альтернативних энергетических систем / Горин А.Н., Дорошенко А.В., Данько В.П. // Испарительное охлаждение, осушение и кондиционирование воздуха / Донецк, 2013.
3. Физика. Курс лекций / Данько В.П. // Краснодар, 2017.
4. Использование альтернативных источников энергии и вторичных энергоресурсов в холодильной отрасли / Данько В.П., Кудрин А.Б., Радионенко В.Н. // Донецк, 2015.
5. Study of hydrodynamics features in the apparatuses with movable nozzle / Danko V.P., Karnauh V.V., Titlov A.S. // Сибирский журнал науки и технологий. 2017. Т. 18. № 3. С. 499-504.
6. Изучение гидродинамических режимов работы тепломассообменных аппаратов с подвижной насадкой / Данько В.П., Диянова С.Н., Абазян А.Г. // Прикладная механика и техническая физика. 2018. Т. 59. № 4 (350). С. 110-116.
7. Альтернативные системы жизнеобеспечения на основе цикла с непрямой регенерацией абсорбента / В. П. Данько, А. В. Дорошенко // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – 2017. № 9-10.Исследование влияния концентрации раствора абсорбента на охлаждающую способность тепломассообменных аппаратов с подвижной насадкой / Данько В.П., Карнаух В.В. // Вестник Международной академии холода. 2016. № 3. С. 73-77.
8. Физика / Данько В.П. // Краснодар, 2017.

УДК 621.57

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ СБРОСНОГО ТЕПЛА КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ГАЗОВЫХ МОДУЛЕЙ АБСОРБЦИОННЫМИ БРОМИСТОЛИТИЕВЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Остапенко А. В. , к.т.н.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина

В русле общемировой тенденции децентрализации энергоснабжения все большее распространение получают установки автономного энергообеспечения именуемых тригенерационными, в которых сбросная теплота приводных двигателей электрогенераторов трансформируется в холод теплоиспользующими холодильными машинами, а холод используется на технологические нужды и кондиционирования воздуха различных объектов. Особенно перспективным является применение для привода электрогенераторов газопоршневых двигателей (ГПД), выпускаемых в когенерационных исполнении – со штатными теплообменниками, в которых сбросная теплота отводится на нагрев воды (теплоносителя), теплота которого в свою очередь трансформируется в холод абсорбционной бромистолитиевой холодильной машиной (АБХМ). Особенностью данных установок является наличие не одного, а нескольких газовых двигателей, нескольких теплоиспользующих машин и бустерного газового котла, используемого в зимнее время когда наблюдаются провалы в выработке тепла от ГД. Такая особенность дает возможность плавно регулировать производство электроэнергии, тепла и холода путем отключения или включения в работу двигателей и абсорбционных машин. Термическое состояние ГПД обеспечивается поддержанием температуры обратного (охлажденного) теплоносителя на входе ГПД не выше 70 °С. В то же время эффективность трансформации теплоты в холод в АБХМ высокая при снижении температуры теплоносителя в АБХМ не более чем на 10...15 °С, то есть до 75...80 °С (при температуре теплоносителя на выходе из ГПД – на входе АБХМ 90 °С). Из-за противоречивых требований по эффективной работе ГПД и АБХМ по температуре теплоносителя для поддержания температуры обратного теплоносителя на входе ГПД на безопасном уровне 70 °С он дополнительно охлаждается в градирне "аварийного сброса". При этом потери теплоты достигают 30%, в результате чего общий КПД (электрический и тепловой) снижается до 0,55 по сравнению с 0,8 при отсутствии тепловых потерь в установке.

Для решения поставленной задачи был предложен подход, которой основывается на комбинированном совершенствовании системы трансформации сбросного тепла ГПД в направлении расширения диапазона эффективной трансформации с использованием дополнительных мощностей и самой когенерационной системы отвода тепла от ГПД путем подвода обратного теплоносителя двумя потоками с разной температурой в зависимости от температурных уровней источников тепловыделения.

На основе данного подхода была предложена схема системы которая комбинирует в себе двухпоточную подачу обратного теплоносителя с использованием ступенчатой трансформации. То есть теплоноситель после использования в первой высокотемпературной АБХМ разделяется на два потока один из которых поступает напрямую в УК двигателя в обход теплообменников охлаждения узлов двигателя. Второй поток направляется во вторую низкотемпературную ступень АБХМ, вместо подачи в ОТН, как и в базовом варианте и после теплоноситель идет на охлаждение узлов ГПД, как показано на рис.1.

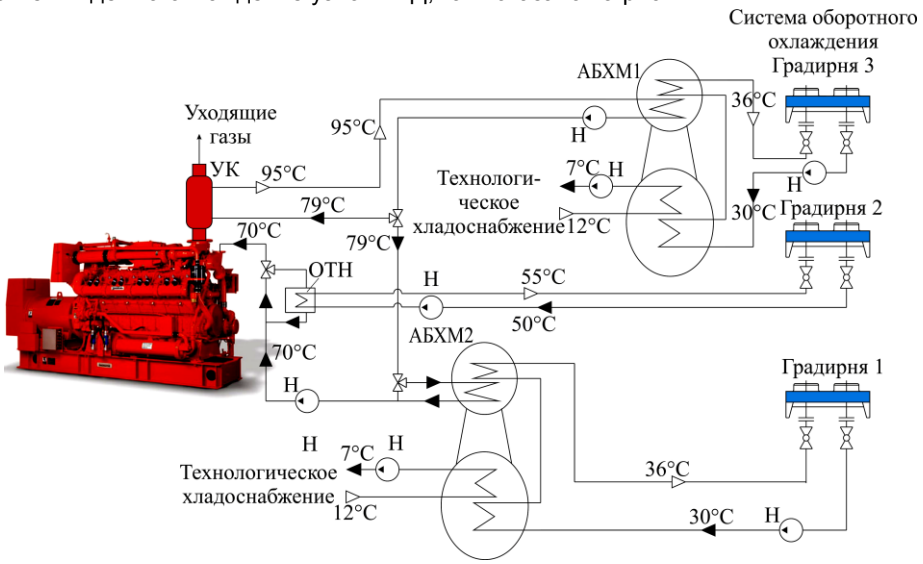


Рис. 1. Схема системы о трансформации сбросной теплоты усовершенствованного когенерационного модуля ГПД JMS 420 GS с подводом к ГПД обратного теплоносителя двумя потоками с разными температурами: УК – утилизационный котел; Н – насос; градирня 2 – аварийного сброса тепла

В итоге в такой системе утилизации наблюдается рост теплового коэффициента 1-й АБХМ так как температура теплоносителя подаваемого в нее на 5°C выше базовой, кроме того избыточная теплота теплоносителя ранее сбрасываемая в градирне «аварийного сброса» в атмосферу теперь трансформируется в холод во 2-й низкотемпературной АБХМ, тем самым сводя потери тепла в системе утилизации к минимуму. В итоге тепловой коэффициент предложенной системы утилизации $\zeta_{СУ(2Аб\ 2пот.)}$, который отображает эффективность ее работы, значительно превышает его значение для базовой системы утилизации $\zeta_{СУб}$ и приближается к значению теплового коэффициента базовой АБХМ $\zeta_{АБХМ(90)}$, как видно с рис.2.

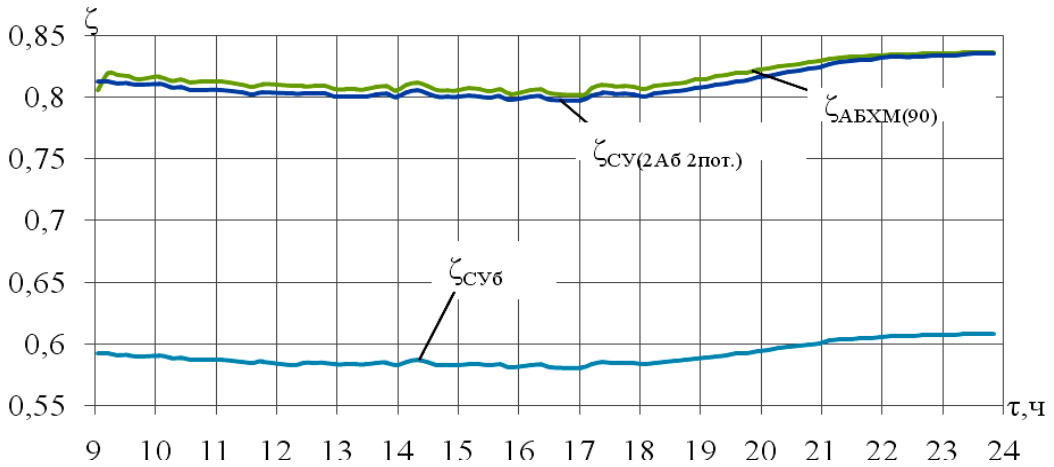


Рис. 2. Значения тепловых коэффициентов АБХМ $\zeta_{АБХМ(90)}$ и системы утилизации сбросной теплоты ГД базового варианта $\zeta_{СУб}$, а также варианта с двухпоточной подачей теплоносителя $\zeta_{СУ(2Аб\ 2пот.)}$ в течение 9^{00} – 24^{00} (28.07.2011)

На рис. 3 представлены значения холодопроизводительности предложенной системы утилизации $Q_{0\ 2Аб\ 2пот.}$, и для сравнения ее значения для базовой системы утилизации с 1-й АБХМ $Q_{0.(90)}$, работающей на теплоносителе с температурой 90°С.

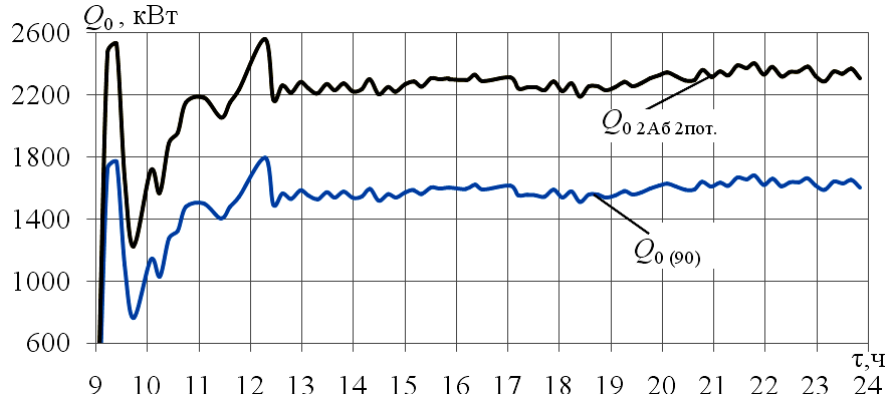


Рис. 3. Количество холода, полученного для систем утилизации: базовой $Q_{0(90)}$ и с двумя АБХМ и двухпоточной подачей теплоносителя $Q_{0\ 2Аб\ 2пот.}$

Как видно из рис.3, холодопроизводительность в предложенной системе трансформации сбросного тепла $Q_{0\ 2Аб\ 2пот.}$возрастает почти наполовину базового его значения $Q_{0(90)}$.

Выводы

Путем совместного совершенствования системы трансформации сбросного тепла ГПД и когенерационной системы отвода тепла от ГПД достигается сокращение тепловых потерь, а также рост холодопроизводительности за счет трансформации тепла, сбрасываемого в атмосферу в базовом варианте, в холод.

Литература:

1. **Campanary, S.** Technical and tariff scenarios effect on microturbine trigenerative applications [Text] / S. Campanary, E. Macchi // ASME paper GT-2003-38275. – 10 p.
2. **Consonni S.** Optimization of Cogeneration Systems Operation – Part A: Prime Movers Modelization / S. Consonni, G. Lozza, E. Macchi // Proceedings of the ASME Cogen-Turbo Symposium. – Nice, France. –1989. – P. 313– 322
3. **Мартыновский В.С.** Циклы, схемы и характеристики термо-трансформаторов / В.С. Мартыновский // М.: Энергия, 1979. – 288 с

УДК 641.546.4:641.528.6

ПРОЦЕС ЗАМОРОЖУВАННЯ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ ТА ЙОГО АПАРАТУРНЕ ОФОРМЛЕННЯ

Д.П. Семенюк,
Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, Україна,

Гриби забезпечують організм необхідними білками й мікроелементами, досить смачні й корисні,. Але в сучасних умовах дикорослі гриби можуть стати небезпечними для вживання. На відміну від дикорослих, культивовані гриби не містять шкідливих речовин, не бувають червивими й не псуються так швидко, їх можна без ризику для здоров'я вживати в їжу. У виробництві культивованих грибів 80% припадає на печериці – джерело живильних речовин, необхідних для здоров'я людини. У них високий відсоток незамінних для організму людини амінокислот і рослинних білків. За вмістом вітамінів А і D, групи В і білка печериці більш багатіші, ніж овочі. Білок у складі печериць засвоюється на 70...90% і містить значну кількість нуклеїнових амінокислот. Цей продукт харчування, з низьким вмістом цукру й жирів (0,2 г на 100 г), зовсім не містить в собі холестерин. Як показують дослідження, гриби містять велику кількість невітамінних факторів, які захищають людину від хвороб і сприяють зміцненню імунітету.

Дослідження, які присвячувались заморожуванню харчових продуктів, здебільшого були присвячені напівфабрикатам, а також овочам і фруктам [2]. Заморожуванню грибів, особливо культивованих, приділялось мало уваги. Однак, останнім часом відсоток культивованих грибів в об'ємі продуктів харчування стрімко зростає. У зв'язку з цим, дослідження процесів заморожування культивованих грибів являє собою

досить актуальну проблему. Наукові дослідження підтвердили, що, при повільному заморожуванні основне псування продукту відбувається в «зоні максимальної кристалізації» при температурі від мінус 1 до мінус 4° С. За цієї температури утворюються порівняно великі кристали льоду, що руйнують стінки клітин овочів. При швидкому проходженні даного інтервалу крижані кристали, що виникають в продукті, набагато дрібніші, тому як смак, так і консистенція продукту змінюються мінімально. Швидке заморожування – найкращий спосіб консервування, під час якого в продукті максимально зберігаються всі вітаміни, ефірні олії, при цьому білок зберігається без змін. Після заморожування вітаміни руйнуються навіть менше, ніж за природного зберігання. Втрати, наприклад, вітаміну С у свіжих овочах досягають 50...60%, а в заморожених овочах – набагато менше. Для збереження всіх поживних властивостей врожай овочів заморожують через кілька годин після збирання [3].

Щоб отримати високоякісний заморожений продукт, він повинен мати первісний вигляд. Продукти після розморожування повинні зберігати форму, виражений смак і характерний аромат. Для рішення цього завдання була розроблена технологія «шокового заморожування», швидкого впливу низьких температур на продукт.

Ця технологія заморожування полягає в тому, що, переміщені з кімнатної температури до камери з температурою мінус 35...40° С, продукти заморожуються миттєво. Дана технологія дозволяє зберігати молекулярну структуру продуктів без змін, що забезпечує зберігання традиційного зовнішнього вигляду, смаку і аромату. Також зберігається значна частина вітамінів, мікроелементів, мінеральних солей та інших корисних речовин, так необхідних для організму людини, особливо в зимовий період, коли особливо гостро спостерігається їх дефіцит [4].

Метою статті є дослідження можливості застосування консервантів для попередньої обробки та апаратурного оформлення процесу «шокового заморожування» культивованих грибів для усунення процесів псування.

За умов дотримання технології заморожування поживна цінність заморожених продуктів практично відповідає поживній цінності свіжого продукту. Інші процеси збереження, наприклад, пастеризація, стерилізація, можуть спричиняти втрату близько 60% вітамінів, що містяться в них.

За температури мінус 30...40° С вода, яка міститься в клітинах грибів, не встигає перетворитися у великі кристали льоду, що руйнують клітинні оболонки. Завдяки цьому, традиційна форма, колір і аромат, вітаміни й мінеральні речовини, які містяться в них, зберігаються протягом досить тривалого періоду.

Під час заморожування грибної продукції необхідно дотримуватися певних вимог. Заморожуванню піддають гриби після попередньої підготовки: сортування, очищення та миття. Для попередження ферментативного потемніння грибів рекомендують їх попереднє бланшування протягом 5 хвилин. У той же час установлено, що протягом п'ятихвилинної теплової обробки знижується кількість водорозчинних речовин, таких як цукри і мінеральні речовини вдвічі, вільні амінокислоти – в 1,3 рази. Тому нами досліджувалася можливість заморожування грибів без проведення цієї операції.

Швидкість заморожування впливає на зміну маси. Так, втрати маси грибів після заморожування за температури мінус 18° С у середньому в 3,5 рази вище, ніж за температури мінус 35° С. Втрати маси збільшуються при заморожуванні нарізаних грибів [5].

Втрати води в заморожених цілих грибах становлять у середньому 2%, нарізаних – до 3%. Під час заморожування бланшованих грибів води втрачається менше. З одного боку, це пояснюється утворенням скоринки підсихання за рахунок обдування повітрям, з іншого боку – зміною структури білка при бланшуванні.

Перепади температури, розморожування й заморожування грибів спричиняють різку зміну їх якості вже протягом першого місяця зберігання. Спостерігається утворення льоду й змерзання плодових тіл, не бланшовані гриби темніють, що знижує споживчі характеристики.

Крім бланшування застосовується метод сульфітації, при якому підготовлені гриби піддаються обробці протягом певного часу розчином бісульфіту натрію.

Ми пропонуємо обробляти попередньо підготовлені гриби за допомогою розчинів харчових органічних кислот.

До числа дозволених для застосування в харчовій промисловості добавок належать молочна кислота (Е270), лактати натрію (Е325), калію (Е326), кальцію (Е327), амонію (Е328) і заліза (Е585). Молочна кислота, як харчова добавка, використовується для підкислення, консервування, регулювання pH, поліпшення смаку, запаху, структури продуктів і запобігання розвитку хвороб, причиною яких є бактерії. Молочна кислота використовується у виробництві кондитерських виробів, алкогольної продукції, пива, безалкогольних напоїв, хліба й борошняних виробів, продуктів переробки плодів і овочів, дріжджів тощо. За кордоном молочна кислота з успіхом застосовується в м'ясопереробній, рибній, консервній, молокопереробній і масложировій галузях харчової промисловості [6; 7].

Для визначення раціональних режимів обробки й концентрації розчину молочної кислоти була проведена серія експериментів.

Підготовлені та подрібнені гриби оброблялись розчином молочної кислоти різної концентрації протягом певного часу. Нами використовувалась 40% молочну кислота, з якої готували розчини 0,04, 0,4 та 4% концентрації. Оброблені гриби підсушувались для видалення зайвої вологи та направлялись до флюїдизаційного апарата, де заморожувались за температури мінус 35° С. Після заморожування готовий продукт зберігався в морозильній камері за температури мінус 24° С до подальшої реалізації в торговельній мережі.

Аналізуючи отримані результати, можна вважати, що найбільш оптимальними режимами обробки культивованих грибів перед заморожуванням є обробка підготовлених грибів 0,4% розчином молочної кислоти протягом 20...30 с. У цьому випадку раціонально поєднується і термін обробки і концентрація молочної кислоти.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують можливість застосування молочної кислоти для попередньої обробки грибів перед «шоковим заморожуванням».

У зв'язку з цим, пропонується попередню обробку грибів здійснювати на сітчастому конвеєрі з пристроями, що зрошують, в якості яких можуть виступати форсунки. Приблизний підбір обладнання для здійснення описаного процесу включає: інспекційний транспортер; сітчастий конвеєр; пристрій для зрошування; ванну; фільтр; ємність з розчином молочної кислоти; насос; осушувальний конвеєр; флюїдизаційний морозильний апарат; морозильну камеру.

Порядок роботи обладнання полягає в наступному: гриби відсортовують за розмірами та відрізають (за необхідності) нижню частину ніжки, яка знаходиться в ґрунті на відстані 1,5...2 см від шляпки. Після очищення гриби занурюють на 30 хвилин у холодну воду, для того, щоб позбавитись піску та ґрунту промивають 2...3 рази проточною водою. Після цього гриби нарізають на одинакові шматочки. Далі порізані гриби інспекційним транспортером переміщуються до сітчастого конвеєра де вони зрошуються розчином молочної кислоти за допомогою зрошувального пристрою. Розчин молочної кислоти подається до зрошувального пристрою з ємності за допомогою насосу.

Після обробки грибів, розчин надходить до ванни, з якої крізь фільтр переміщується до ємності для повторного використання. Швидкість руху конвеєра регулюється за допомогою варіатора для забезпечення необхідного часу обробки. Оброблені гриби подають на осушувальний конвеєр, при цьому з грибів видаляється зайва волога. З конвеєра гриби надходять на першу конвеєрну стрічку флюїдизаційного морозильного апарата, де відбувається процес «шокового заморожування» грибів у флюїдизаційному шарі. На другій конвеєрній стрічці апарата здійснюється доморожування. Швидкість руху конвеєрних стрічок регулюється залежно від розмірів продукту, що заморожується та потужності апарата. Після заморожування готовий продукт надходить у морозильну камеру для подальшого зберігання до реалізації.

Як показала подальша експлуатація, дана схема дозволяє здійснювати процес «шокового заморожування» грибів та забезпечує високу якість готового продукту.

Висновки. Проведені дослідження свідчать, що запропонований метод обробки грибів для проведення холодильної обробки є доцільним та може використовуватись на діючих підприємствах з виробництва замороженої продукції. Подальші дослідження будуть спрямовані на експериментальне вивчення «шокового заморожування» з метою розширення асортименту продукту, який заморожується, визначення раціональних режимів роботи, вдосконалення конструктивних параметрів та обладнання, покращення його експлуатаційних характеристик.

Література

1. Шампиньоны [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.morozim.ru/field-mushroom.html>.

2. **Семенюк, Д. П.** Сучасний стан ринку заморожених продуктів та швидкоморозильного обладнання [Текст] / Д. П. Семенюк, В. А. Куценко // Прогресивна техніка та технологія харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Харків : ХДУХТ, 2008. – В.1(7). – С. 200–208.

3. Замораживание продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.icecom.kiev.ua/index.php>.

4. Заморозка овощей и фруктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fabs.ru/produkcija/shokovaja-zamorozka.html>.

5. **Белокрылова, Л. В.** Качество дикорастущих грибов при замораживании. [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 18.12.06/ Л. В. Белокрылова. – Новосибирск, 2006. – 18 с.

6. Sodium lactate CAS : 72-17-3 [Электронный ресурс]. Online Informational Database of Chemicals from China. – Режим доступа : <http://www.chemblink.com/products/72-17-3.html>.

7. Список опасных и безопасных Е-кодов продуктов питания [Электронный ресурс]. Общество защиты прав потребителей. – Режим доступа : <http://www.ozpp.ru/consumer/useful/article5.html>.

УДК 621.565

ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНОГО ЛЬОДУ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ОХОЛОДЖЕННЯ РИБИ НА СУДНАХ

Зімін О.В., Сливинська М.В., Середюк Р.В.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

На великих судах, типу траулерів, які займаються постійним виловом риби в тропічних і субтропічних районах світових океанів, існує проблема в забезпеченні обробки холодом всього виловленого улову. Потужності холодильної обробки, встановлені на таких судах, дозволяють переробити швидко тільки частину улову, який вже підняли на борт. В цей час, інша частина риби, яка досить швидко починає псуватися, знаходиться при температурах в кращому випадку близьких до температури забортної води, яка в цих водах не нижче 20 ° С. В результаті, до кінця циклу переробки, деяка частина улову виявляється в некондиційному стані. При цьому потужностей переробки зіпсованої риби на рибну муку також зазвичай не вистачає. Це призводить до того, що зіпсовану рибу доводиться змивати за борт судна, порушуючи при цьому встановлені правила і закони, що підпадає під штрафні санкції.

Наше завдання – розробка процесу безперервної холодильної обробки продукту від моменту його вилову до зберігання в низькотемпературних трюмах судна. Для дослідження нами було вибрано судно стандартній комплектації супертраулер морозильник. Судно займається видобутком риби типу скумбрії, сардинели і ставриди. Основна частина виловленої риби заморожується в швидкоморозильних апаратах, залишки переробляються на рибну муку.

Загальна місткість низькотемпературних трюмів судна - 2000 тонн. Через кожні 30 днів до судна підходить транспортне рефрижераторне судно, на яке вивантажується заморожена риба.



Рис. 1 – Технологічна схема обробки продукту на судні

Для досягнення максимальної якості продукції, риба, яка надходить на швидкоморозильні апарати, повинна бути охолоджена до температури максимально близькою до кріоскопічної. При розробці нашої установки було прийнято, що охолодження риби в ваннах буде здійснюватися бінарним льодом [1].

Таким чином, відповідно до схеми, риба після вилову, розподіляється по ванам, де охолоджується бінарним льодом до температури близької до кріоскопічної. Далі, охолоджена риба протягом часу переробки, з охолоджуючих ванн по конвеєрам надходить до швидкоморозильних апаратів.

Відповідно навантаженню були визначені параметри охолоджуючих ванн, розраховані теплопритоки з навколишнього середовища і від риби, яка охолоджується. Визначено необхідну кількість бінарного льоду, який компенсує теплопритоки. Розрахована необхідна продуктивність генератора бінарного льоду, яка склала 12 тонн на добу.

Враховуючи особливості роботи на рибодобувних судах, для виробництва бінарного льоду було обрано генератор скребкового типу. Виходячи з розрахунків було підбирано по продуктивності льодогенератор бінарного льоду марки SUNWELL.



рис. 2.4 – Генератор бінарного льоду скребкового типу SUNWELL

Висновки

1. Проведено аналіз необхідності використання системи попереднього охолодження на великих рибодобувних судах.

2. Розроблена технологічна схема холодильної обробки риби на морозильному супертраулері с застосуванням системи попереднього охолоджування бінарним льодом.

3. Розраховано та підібрано устаткування для забезпечення попереднього охолодження, проведено порівняльний енергетико-економічний аналіз.

4. Використання системи попереднього охолодження риби:

• дає можливість якісно обробити більшу частину улову риби;

• значно покращує якість продукту, за рахунок постійного підтримання низької температури продукту;

• знижає питомі енергозатрати на одиницю продукції, за рахунок вироблення холоду на більш високому температурному рівні;

• вартість системи попереднього охолодження достатньо висока (близько 3 млн. грн.), але орієнтований термін окупності складає близько двох років, за рахунок зниження енергозатрат (250 тис. грн. за рік) та значно вищої якості продукту.

Література

1. **Зімін О.В.** Системи акумуляції холоду з використанням бінарного льоду / О.В. Зімін // Холодильна техніка та технологія. – 2015. - №4. – С. 17-20

2. Sunwell's DeepChill Systems – Режим доступу: http://sunwell.com/deepchill/– Назва з домашньої сторінки Інтернету.

УДК 633.5: 631.53.01 – 022.51 : 664. 72.01

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР

Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Якісне зберігання зерна можливе забезпечити при глибокому розумінні процесів, з урахуванням фізіологічних властивостей, що відбуваються в зернових масах на всіх етапах їх післязбиральної обробки і подальшому зберіганні. Багато проблем виникає з таким культурами як сорго, просо, амарант, ріпак, гірчиця, льон, мак через геометричні розміри і малу масу 1000 зерен (до 6 г олійні, до 25 г - зернові). Ці дрібнонасіннєві культури, мають в порівнянні з зерновими, свої характерні особливості, від яких залежать режими їх обробки і зберігання.

Велика розмаїтість дрібнонасіннєвих олійних культур, поява нових районованих сортів, зміна клімату та умов їх вирощування привели до необхідності уточнення і вивчення їх фізичних, технологічних і фізіологічних властивостей, що впливають режими їх післязбиральної обробки і зберігання [1-4].

Для характеристики фізико-технологічних властивостей найчастіше використовують такі показники як натура, сипкість, а також шпаруватість. Проведена порівняльна оцінка деяких властивостей ряду дрібнонасіннєвих культур в залежності від вологості в діапазоні від 6,0 до 17,8 % показала, що найбільша натура (880 г/л) в амаранту, найменша натура (682 г/л) - в маку. Отримані дані свідчать про те, що вологість по-різному впливає на фізико-технологічні властивості культур. Так, зі збільшенням вологості дрібнонасіннєвих культур ростуть маса 1000 зерен, їх істинний об'єм, щільність укладання і кут природного укосу, а натура – знижується. Ці тенденції узгоджуються з літературними даними [5, 6].

Відомо, що шпаруватість сильно впливає на теплопровідні і сорбційні властивості сипких мас, що особливо потрібно враховувати при їх зберіганні [7]. Нами підтверджено, що при збільшенні вологості спостерігається збільшення шпаруватості, яке відбувається за рахунок збільшення об'єму зернівок внаслідок їх набухання.

Збільшення вологості дрібнонасіннєвих культур призводить до зменшення їх сипкості, що також необхідно враховувати в технології їх післязбиральної обробки [8, 9]. Гранулометричний склад – це характеристики, що визначають геометричні розміри насіння (довжина, товщина і ширина), і співвідношення цих розмірів у загальному об'ємі зернової маси. Геометричні розміри олійних дрібнонасіннєвих культур визначали для сухих і зволожених до 9,9...22,1 % насінин. Для кожного зразка насіння було визначено низку важливих статистичних характеристик – середньоарифметичні розміри і інтервали їх варіювання за класами, частоти, медіани, моди, коефіцієнти варіації, асиметрії та ексцесу. Вивчені геометричні характеристики були покладені в основу вибору розмірів отворів сит для очищення дрібнонасіннєвих культур на ситових сепараторах і обґрунтування технологічних ліній їх очищення [10].

Результати проведених досліджень дозволили рекомендувати для очищення дрібнонасінних культур від домішок сита з круглими отворами – діаметром 8...10 мм для відділення грубих домішок, діаметром 2,4...2,6 мм для відділення крупних домішок і діаметром 1,0...1,4 мм для відділення дрібних домішок. Для очищення олійних дрібнонасіннєвих культур від важковідокремлюваємих домішок можна використовувати різницю в аеродинамічних властивостях основного насіння і домішок.

З огляду на те, що для регулювання ефективності вилучення легких домішок в пневмоканалах сепараторів необхідно знати аеродинамічні властивості насіння, нами була досліджена залежність швидкості витання насіння олійних дрібнонасіннєвих культур від їх вологості в діапазоні 6,5...18,0 %. Встановлено, що зі збільшенням вологості досліджених культур прямо пропорційно зростає швидкість їх витання [11]. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування і настройки швидкостей повітряних потоків при очищенні насіння в пневмосепараторі, пневмоканалах сітоповітряних сепараторів, при обґрунтуванні витрат сушильного агента і повітря в зерносушарках, при активному вентилювання насіння, тощо.

При проведенні післязбиральної обробки зерна на окремих його стадіях дрібнонасіннєві культури піддаються певному термічному впливу. Це стосується, перш за все, процесів сушіння та охолодження. Тим часом, термічна обробка - це складний технологічний процес, при якому в дрібнонасіннєвих культурах відбуваються численні фізико-механічні та біохімічні зміни, часом незворотні. Крім того, термічні процеси є найбільш енергозатратними.

Необхідно звернути увагу на те, що при сушінні дрібнонасіннєвих культур в шахтних зерносушарках подачу сушильного агента і повітря слід зменшити приблизно на 30...35 %, щоб уникнути винесення насіння з шахти сушарки через їх знижену швидкість витання [7].

У насінні олійних культур міститься значна кількість рослинного жиру, який витримує без погіршення якості вищий нагрів, ніж білок або крохмаль. Однак наявність у насіння цих культур лушпиння і прошарку повітря навколо ядра створює перешкоди для виходу назовні вологи, що випаровується. При високій температурі сушильного агента і швидкому нагріванні ядра під лушпинням накопичується водяна пара, що може привести до її розтріскування. Чим вище вологість насіння длібнонасіннєвих культур, тим нижче повинна бути температура сушильного агента.

У зв'язку з тим, що дрібнонасіннєві культури через їх розміри мають більший аеродинамічний опір в порівнянні з іншими культурами, товщину шару насіння при активному вентилювання необхідно зменшувати [12]. Олійні культури можна вентилювати підігрітим повітрям (до 55 °С). Підвищення температури повітря прискорює процес сушіння, проте супроводжується зростанням нерівномірності знімання вологи по товщині шару з пересушування нижніх шарів і зволоженням верхніх шарів. У щільному малорухливому шарі зерносушарок спостерігається значна нерівномірність нагрівання насіння, в зв'язку з цим середнє значення максимальної допустимої температури не повинно перевищувати 50 °С.

Зберігання зерна до його реалізації або переробки – досить складне завдання, особливо в останні роки, коли більшість сільськогосподарських виробників зберігають безпосередньо в господарстві. Труднощі в організації зберігання дрібнонасіннєвих культур обумовлені їх фізіологічними і біохімічними властивостями, зокрема процесами дихання.

Відомо, що з підвищенням вологості і температури зерна інтенсивність дихання зростає. У проведених нами дослідженнях показано, що при збільшенні вологості на 5 % інтенсивність дихання дрібнонасіннєвих культур підвищується в 4,9...16,5 рази, а при збільшенні температури від 5 до 25 °С - в

1,1...1,6 рази. Наслідком такого зростання інтенсивності дихання є підвищений тепловиділення, яке може приводити до самозігрівання насіння і його псування. При інтенсивному диханні збільшується також природні втрати насіння через витрачання на дихання власних сухих речовин.

Висновки

Для надійного зберігання дрібнонасіннєвих культур потрібно забезпечити ряд умов. На ситоповітряних або аеродинамічних сепараторах довести вміст домішок до рівня не більше 2 %, шляхом сушіння або активного вентилювання знизити вологість насіння для олійних культур до 6...8 %, для зернових - до 13…14 % засобами активного вентилювання знизити температуру насіння до 5...10 °С. Ці умови забезпечать довгострокове збереження якості дрібнонасіннєвих культур до їх відвантаження або переробки.

Для тривалого зберігання дрібнонасіннєві культури необхідно розміщувати в складах підлогового типу, що забезпечують хороший доступ повітря при порівняно невеликій висоті насипу насіння. Для короткочасного зберігання можна використовувати склади силосного типу. Щоб уникнути псування насіння при зберіганні сховища повинні бути обладнані системами активного вентилювання і термометрії.

Список літератури

1. **Лобас, М.Г.** Розвиток зернового господарства України [Текст] / М.Г. Лобас. – К.: 1997. – 421 с.
2. **Жаркова, Г.** Малопоширені олійні культури в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для використання в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http: // www. propozitsiya. com/
3. **Кіндрук, М.О.** Насінництво й насіннєзнавство зернових культур [Текст] / М.О. Кіндрук. – К.: Аграрна наука, 2003. – 118 с.
4. **Берегова, О.М.** Удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння ріпаку [Текст]: дис...канд. техн. наук: 05.18.03 / О.М. Берегова. – О., 2002. – 276 с.
5. **Станкевич, Г.М.** Післязбиральна обробка та зберігання насіння гірчиці: Монографія. [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, В.О. Черній. – Одеса: Вид-во КП «Одеська міська друкарня», 2015. – 136 с.: іл.
6. **Зверев, С.В.** Физические свойства зерна и продуктов его переработки: підруч. [Текст] / С.В. Зверев, Н.С. Зверева – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
7. **Станкевич, Г.М.** Обробка та зберігання дрібнонасіннєвих олійних культур: монографія [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, О.Г. Соколовська. – Одеса: Вид-во КП «Одеська міська друкарня», 2016. – 128 с.
8. **Овсянникова, Л.К.** Фізико-технологічні властивості сучасних сортів дрібнонасіннєвих культур [Текст] / Л.К. Овсянникова // «Зернові продукти і комбікорми», Volume 17, Issue 1 |2017. №65/Березень/March/ − С. 9-15.
9. **Овсянникова, Л.К.** Зростання виробництва дрібнонасіннєвих культур потребує вивчення фізико-механічних і технологічних властивостей для удосконалення їх післязбиральної обробки [Текст] / Л.К. Овсянникова, С.С. Орлова, Л.О. Валевська //Sciences of Europe (Praha, Czech Republic) Vol. 1, №17 (17) (2017), − S. 89-94.
10. Technology cleaning the millet / L.K. Ovsyannikova, L.A. Valevskaya, J.V. Grischuk and oth. // Proceedings of the International Scientific Conference «Topical Issues of Science and Education» July 17, 2017, Warsaw, Poland. − Vol. 1. − S. 16-18.
11. **Станкевич, Г.М.** Дослідження аеродинамічних властивостей та активного вентилювання дрібнонасіннєвих культур [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, О.Г. Соколовська // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка «Механізація с/г виробництва та переробки с/г продукції». – Харків, 2010. – Вип. 103. – С. 409.
12. Активне вентилювання та сушіння зерна [Текст] / Гапонюк О.І., Остапчук М.В., Станкевич Г.М., Гапонюк І.І. – Одеса: ВМВ, 2014. – 326 с.

УДК 640.4(477.74):005.591.3

ІННОВАЦІЙНІ ТА СОЦІАЛЬНІ СКЛАДОВІ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ ІНДУСТРІЇ ГОСТИННОСТІ

Тітомир Л.А., Данилова О.І.
Одеська національна академія харчових технологій,

Південь України є однією з найпривабливіших частин України з точки зору туризму і готельного бізнесу, але його розвиток можливий лише за рахунок постійного впровадження інновацій, якого можна досягти лише за умови ретельного управління проектами в сфері надання послуг, та із урахуванням соціальних складових. В умовах жорсткої конкуренції готелі змушені шукати нові шляхи підвищення привабливості та доступності своїх послуг. Недооцінка інноваційного управління в діяльності вітчизняних готельних підприємств призвела до зниження рівня їх конкурентоспроможності, порушення принципів і методів управління, зниження якості

готельних послуг. Інновації виступають в якості стимулу для подальшого розвитку готельного бізнесу, дають змогу підприємствам не тільки займати лідируючі положення у своїх ринкових сегментах, але й відповідати світовим стандартам готельного обслуговування [1].

Метою роботи є аналіз стану індустрії гостинності Південного регіону України, визначення перспектив розвитку галузі із урахуванням інноваційної складової.

Перевагами Південного регіону, до якого відносяться Миколаївська, Херсонська, Одеська, Запорізька області, є особливості економіко-географічного розташування, розвинута транспортна мережа, благодатні природно-кліматичні умови, наявність пам'ятників природи, архітектури, історії та культури. Все це відтворює передумови для формування й розвитку в соціально-економічному комплексі області високорентабельної інфраструктури гостинності. В регіоні наявні як заклади розміщення готельного типу, так і спеціалізовані заклади. Важливим позитивним чинником є і наявність висококваліфікованих кадрів, які здатні надавати послуги на гідному рівні. В той же час, потреба в готельних місцях значною мірою залежить від суб'єктивних чинників, дуже часто випадкового характеру, а також використання маркетингових заходів, урахування соціальних аспектів. Визначена потреба враховує попит, коригований пропозицією, і перспективні зміни попиту. Категорія попиту включає вимоги до кількісних і якісних характеристик готелів. В структуру попиту входять: цілі подорожей, організації, які займаються відправленням та прийомом туристів, контингенти подорожуючих, економічні і економіко-географічні чинники. Категорія пропозиції складається з ліжкового фонду засобів розміщення з урахуванням амортизації і допустимих об'ємів простою. Практика готельно-ресторанного бізнесу, конкуренція в галузі, економічні реалії з їх складними внутрішньогосподарськими умовами та відносинами значно ускладнили підприємницьку діяльність на ринку послуг, зумовили нові закономірності його розвитку. Це вимагає постійного вдосконалення і поглиблення роботи, зокрема перегляду підходів і принципів управління та розвитку підприємницької діяльності в регіональному туризмі, адаптації світових досягнень до сучасних економічних умов України з урахуванням галузевої специфіки.

За останні п'ять років в Україні відбувається поступове збільшення кількості та обсягу надання послуг об'єктами туристичної інфраструктури на півдні (в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій областях) та на заході (Карпатський, Поліський рекреаційні регіони) [2-4]. Готелі та інші засоби розміщення в Україні за останні 3-5 років певною мірою змінювали концепції свого розвитку, що знайшло відображення в зменшенні на 7-12 % кількості санаторіїв і пансіонатів із лікуванням, хоча за 2017- початок 2018 р. ця тенденція зменшилася до 1,5-2,6 %. Кількість санаторіїв-профілакторіїв зменшилася на 30 % і вони значною мірою використовуються лише як засоби для розміщення.

Кількість готелів з 2015 року поступово зростає, в основному, за рахунок апартаментів, міні-готелів та гостьових будинків, поступово збільшується і кількість бюджетних засобів розміщення (хостелів та готелів без категорії), якими користуються динамічні невибагливі туристи переважно молодого віку, або ті, хто подорожує із діловою метою, оскільки кількість гуртожитків, в яких вони раніше зупинялися поступово зменшується [3, 5].

Матеріальна база засобів розміщення в південному регіоні достатньо непогана, оскільки цей регіон є традиційно курортним та має давні традиції прийому гостей з різними потребами. У Миколаївській області за даними туристичних сайтів переважає категорія «варіант для відпустки» і готелі без зірок. В основному туристичні потоки спрямовуються у м. Коблево. В Херсонській області наявний вихід на два моря – Азовське і Чорне, але останнім часом лікувальний потенціал і унікальні природні об'єкти майже не використовуються. Великою проблемою цієї області є мала тривалість туристичного сезону. На повну потужність заклади відпочинку завантажені лише протягом 2 місяців, а реальна тривалість купального сезону – 3,5 місяці. Тому необхідно більш інтенсивно розвивати «зелений» та етнотуризм, залучаючи до нього фермерські господарства. Не зважаючи на наявність санаторно-курортної бази в Одеській області, мета поїздки «лікування» займає вкрай низьку позицію. Жоден іноземний турист не купив тур до Одеської області заради покращення здоров'я, що знайшло своє відображення в зменшенні кількості санаторіїв і будинків відпочинку з оздоровчими процедурами. Внутрішні туристи також майже перестали користуватися санаторно-курортним лікуванням, але це більше пов'язано із низькою купівельною спроможністю населення України та відсутністю соціальної підтримки як профспілкових організацій, які опікувалися раніше цією сферою, так і держави взагалі. Матеріально-технічний стан підприємств сфери гостинності в Одеській області достатньо пристойний, останнім часом активно працюють з надання послуг в Затоці, Білгород-Дністровському та інші курортні міста.

Для покращення стану в усіх областях України, незалежно від орієнтації на іноземних або внутрішніх туристів необхідним є:

- розширення видів (асортименту послуг) та їх якості;
- збільшення різноманітності засобів розміщення (бутік-готелі, гостьові будинки, хостели, створення мереж індустрії гостинності);
- розвиток транспортного обслуговування (розширення асортименту та якості послуг) і підвищення якості транспортної інфраструктури;
- розвиток асортименту і підвищення доступності фінансових послуг (як інвестиційних для розвитку підприємств, так і послуг для туристів);

- розвиток послуг та систем зв'язку (у тому числі в області інформатизації та телекомунікацій, розвиток online-послуг) для створення комфортних умов перебування;

- розвиток туроператорської діяльності та підготовки мережевих, комплексних і тематичних турпродуктів, можливості їх комбінування за індивідуальними замовленнями;

- розвиток інформаційного забезпечення індустрії гостинності, маркетингу, створення нових і реклама вже відомих туристських маршрутів;

- підсилення ролі оздоровчо-лікувального напрямку та орієнтація на потреби різних категорій туристів;

- законодавча та інвестиційна підтримка державою готельно-ресторанних підприємств, у першу чергу тих, які впроваджують інновації.

Загальною тенденцією, з'ясованою в результаті проведених досліджень у всіх регіонах України є визначення необхідності впровадження інновацій та нових партнерських взаємовідносин, зокрема, між турагенствами та готельно-ресторанними підприємствами, органами влади та державного самоврядування для ефективного розвитку регіональних інфраструктур, що насамперед, має реалізовуватись через механізми співробітництва із залученням різних джерел фінансування. Необхідно покращувати якість послуг із одночасним розширенням їх асортименту, що пов'язано з постійно зростаючими вимогами споживачів відповідно до вимог передових технологій. Значне розширення спектру засобів розміщення (апартаменти, вілли, будинки для відпочинку, заміські та гостьові будинки, шале тощо) дозволяє якнайкраще зорієнтувати різні групи туристів та урізноманітнити види відпочинку.

Результати дослідження стану готельної сфери Південного регіону України свідчать, що без інвестування сталий розвиток неможливий. Це відноситься і до загального розвитку індустрії гостинності в Україні, оскільки розвиток окремих регіонів в значній мірі залежить від реального стану туристично-готельної інфраструктури в державі. Для ефективного функціонування готельної сфери і підвищення темпів її розвитку сьогодні необхідна гнучка система державного стимулювання цієї галузі, яка повинна знайти відображена у нормативно-законодавчій базі. Водночас, необхідно збільшити кількість засобів розміщення різних категорій з чіткою диференціацією у спеціалізації пропонованих послуг гостинності, вдосконалити управління готельними підприємствами в умовах динамічного соціально-економічного простору та розширення туристичної діяльності, покращити якість готельних послуг, ефективність маркетингу і взаємодії на туристичному ринку сучасних готелів, на державному рівні максимально підтримувати формування національних готельних ланцюгів, які впроваджують нові стандарти готельного сервісу, єдині підходи організації управління.

Маркетингові стратегії підприємств повинні мати соціальні складові, бути чітко орієнтованими на вимоги і сподівання туристів, як вітчизняних, так і закордонних. Під час надання послуг треба ширше використовувати світовий досвід, а на півдні країни формувати пропозиції таким чином, щоб уникнути чіткої прив'язки до сезонів, зробити привабливим відпочинок весь вік.

Висновки. Проведений аналіз функціонування підприємств сфери гостинності Південного регіону України дозволив з'ясувати, що навіть в тих областях, які останні 3-5 років розвиваються стабільно є значні резерви для сталого розвитку готельно-ресторанного бізнесу. На теперішній час недостатній рівень використання туристсько-рекреаційного потенціалу Миколаївської, Херсонської, Одеської, Запорізької областей пояснюється передусім невеликою кількістю конкурентоздатних підприємств та недостатньою підготовкою персоналу, а також низьким рівнем маркетингу. Свій значний вклад вносить і недостатній розвиток туристської інфраструктури, низька якість і невеликий перелік додаткових послуг, тому основою для розвитку будь-якого підприємства індустрії гостинності повинна бути стратегія інноваційного розвитку, бажано за інтенсивним розвиваючим сценарієм. Крім того, важливий розвиток інформаційного забезпечення та маркетингу як окремих підприємств, так і областей та регіонів України. Особливо важливим є формування позитивного іміджу всієї території, що вимагає реального підтвердження в наданні конкретних інноваційних послуг.

Література

1. **Домінська О.Я., Батьковець Н.О.** Сучасний стан та інноваційні процеси розвитку готельно-ресторанного бізнесу в Україні [Текст] // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. - 2017. - Вип. 52. - С.39-41.

2. Ринки туристичних послуг: стан і тенденції розвитку : монографія / за заг. ред. професора В. Г. Герасименка ; авт.. кол. : В. Г. Герасименко, С. С. Галасюк, С. Г. Нездоймінов [та ін.]. – Одеса : Астропринт, 2013. – 304 с.

3. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua.

4. **Проноза, П.В.** Аналіз стану туристичної галузі в Україні / П.В.Проноза // Управління розвитком. – 2015. - № 3 (181).- С. 56-63.

5. **Остапенко, Я.О.** Статистичний аналіз підприємств готельного господарства та прогнозування його розвитку // Глобальні та національні проблеми економіки – 2015. – Вип. 8. – С. 1216-1221 http://global-national.in.ua/archive/8-2015/256.pdf

УДК 621.311:621.548.005

ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО В СТРУКТУРЕ ТОПЛИВНОГО БАЛАНСА ЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ. АНАЛИТИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Воинов А.П.[1], докт. техн. наук, **Самохвалов В.С.**[1], канд. техн. наук, **Корниенко В.С.**[1] преподаватель, **Котик К.А.**[1] магистрант

[1] – *Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова,*

Введение

Для функционирования технологического оборудования перерабатывающей промышленности актуальным является обеспечение его дешёвыми энергоносителями.

В мировой энергетике на органическом топливе используют топливо трех видов: твердое, жидкое и газообразное. При этом, основным источником теплоты, получаемой при сжигании топлива, является твердое топливо (ТТ). Основную часть используемого в энергетике ТТ составляет ископаемое топливо: бурый уголь, каменный уголь, антрацит, горючий сланец.

На территории Украины в разведанных запасах топлива на долю ТТ приходится около 95 %. На долю жидкого топлива приходится около 2 %, на долю газообразного – около 3 %.

В структуре топливно-энергетического баланса энергетики Украины на органическом топливе дешевое отечественное ТТ составляет лишь около 55 %, природный газ - около 40 %, мазут – около 5 %. При этом, используемый природный газ на 80 % – импортный, мазут – импортный. Цена импортного топлива непомерно высока, по сравнению с ценой отечественного топлива.

В тепловом балансе отечественной энергетики доля теплоты, получаемой от сжигания весьма дорогого импортного топлива, слишком высока. Это недопустимо осложняет экономическую и организационно-техническую обстановку в топливно-энергетическом комплексе и в производственной сфере государства в целом.

Сформировалась важная, острая, трудная и неотложная проблема нормализации структуры топливно-энергетического баланса энергетики (проблемы нормализации) на органическом топливе. Проблема имеет государственный уровень важности. Решение проблемы должно привести к разрешению сложившегося несоответствия между потребностями энергетической отрасли и реальными возможностями их удовлетворения, что определяет чрезвычайную актуальность этой проблемы. Необходима разработка и осуществление на государственном уровне программы мероприятий по решению задач Проблемы нормализации - Программы нормализации.

Постановка проблемы

Проблема нормализации состоит в исключении сопряженных факторов, обусловивших ее возникновение и действие. Подобных факторов два:

– первый фактор – весьма высокая цена импортного жидкого и газообразного (газомазутного) топлива,

– второй фактор: весьма крупная доля импортного топлива в топливном балансе отрасли.

Решение задач проблемы состоит в изыскании и использовании доступных путей и средств для ослабления и исключения влияния указанных двух тесно сопряженных факторов. Анализ сложившейся обстановки свидетельствует о высокой сложности, масштабности, государственной важности указанных задач и, особенно, их сочетания в целом.

Цели и задачи исследования

В сложившейся обстановке решение указанной проблемы возможно на основе нормализации структуры топливного баланса отрасли путем вытеснения из нее дорогостоящего импортного газомазутного топлива. Для этого необходимо решить две сложные комплексные задачи.

Первая задача: последовательное вытеснение из топливного баланса отрасли дорогостоящего импортного газомазутного топлива недорогим отечественным твердым топливом.

Вторая задача: последовательное вытеснение из топливного баланса энергетики дорогостоящего импортного газомазутного топлива недорогим отечественным (искусственным) газообразным топливом.

Методы решения задач

Рассмотрим основные аспекты этих задач.

Путем решения первой задачи является перевод части котельных, работающих на газомазутном топливе, на сжигание твердого топлива.

В рамках данной задачи основной интерес и значительную сложность представляет сопоставительный анализ технических характеристик и ранжирование рассматриваемой группы газомазутных котельных по содержанию и очередности работ в программе перевода их на твердое топливо.

В этом отношении, учету и всестороннему анализу подлежит ряд вопросов: свойства и особенности каждого газомазутного котла, установленного в котельной, прежде всего следующие:

- тип,
- единичная тепловая мощность,

- остаточный ресурс,
- место расположения промплощадки котельной в населенном пункте,
- возможность и степень удобства создания твердотопливной и золошлаковой инфраструктуры на промплощадке котельной,
- расстояние котельной от жилых зданий и транспортных коммуникаций микрорайона расположения котельной в населенном пункте и другие.

Выводы

- В структуре топливно-энергетического баланса энергетики Украины доля отечественного недорогого твердого топлива составляет около 63 %; около 37 % составляет доля непомерно дорогого импортного газомазутного топлива. Цена продукции отрасли (электричества и теплоты) выросла до весьма высокого уровня, что существенно осложнило экономическую обстановку в производстве и в обществе.
- Сформировалась проблема нормализации структуры топливно-энергетического баланса энергетики, имеющая государственный уровень важности и неотложности. Решение проблемы возможно путем решения двух задач.
- Первая задача: вытеснение из топливно-энергетического баланса энергетики дорогого импортного газомазутного топлива дешевым отечественным твердым топливом.
- Вторая задача: вытеснение из топливно-энергетического баланса энергетики дорогого импортного газомазутного топлива дешевым отечественным искусственным газообразным топливом.
- Осложняющим обстоятельством является необходимость решения задач рассматриваемой проблемы параллельно с решением задач других неотложных проблем, в частности, проблемы обновления изношенного оборудования энергетических установок, особенно парка котлов.
- В сфере сжигания твердого топлива целесообразно решительно расширять применение котельно-топочной технологии низкотемпературного кипящего слоя, позволяющей высокоэффективно сжигать предельно низкокачественное твердое топливо.
- При решении проблем энергосбережения и экологических задач целесообразно в структуре топливного баланса энергетики Украины применять водоугольное топливо и водотопливная эмульсия.
- Строительство новых котельных в значительной степени должно опираться на применение твердого топлива. То же относится к применению котельно-топочной технологии низкотемпературного кипящего слоя.
- Стратегически важной государственной задачей является организация в стране и ввод в действие промышленного производства искусственного газообразного топлива – газа пиролиза твердого топлива и газа подземной газификации твердого топлива.
- В процессе постановки, организации и практического выполнения Программы нормализации, необходимо надлежаще большое внимание уделить задачам управления работой ее модельной многоуровневой информационной пирамиды и управления функционированием реального комплекса многочисленных производственных объектов, в котором эта программа воплощается.
- Принимаемые в Программе нормализации решения должны опираться на комплексно-системный подход и на применение прогрессивных, инновационно-насыщенных научно- и организационно-технических решений.
- Нормализация структуры топливно-энергетического баланса энергетики – необходимое условие решительного повышения уровня эффективности функционирования отечественного топливно-энергетического комплекса.
- Программа нормализации является важным разделом программы развития энергетической отрасли Украины.
- Есть основание утверждать, что ожидаемый потенциальный комплексный эффект выполнения Программы нормализации будет крупным вкладом в развитие энергетики и отечественного производства в целом.
- Нормализация структуры топливного баланса энергетики – важное условие повышения уровня технологической эффективности, в том числе повышения уровня экологической эффективности функционирования многочисленных огнетехнических агрегатов в энергетике и в других отраслях производства.
- Программа нормализации в энергетике явится частью государственной программы развития производства в Украине.

ЛИТЕРАТУРА

- **Линев Б.И.** Роль угля в производстве электроэнергии в мире // ФГУП «Институт обогащения твердого топлива». Режим доступа: URL: http://www.iea.org/media/workshops /2011/ccsrussia/ Clean_Coal_RUS.pdf.

- **Воинов А.П.** Проблематика развития технологии котельно-топочного низкотемпературного пузырькового кипящего слоя // Труды 15-ой Междунар. н.-т. конф. «Физические и компьютерные технологии», 2 - 3 дек. 2009.- Харьков: ХНПК «ФЭД», 2009. – С. 401 – 403.
- **Воинова, С.А., Воинов А.П.** Обновление - высокопродуктивный метод повышения уровня эффективности функционирования объектов производства // Енергетика та електрифікація. – 2017. – №7. – С.33 -36.
- **Корчевой, Ю.П.** Стан і перспективи розвитку твердопаливної енергетики України // Теплова енергетика – нові виклики часу / За заг. редакцією П. Омеляновського. Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – С. 29 – 35.
- **Майстренко, О.Ю. Чернявський М.В., Косячков О.В.** Розвиток технологій газифікації вугілля за рахунок використання багатостадійних методів його термічної переробки // Теплова енергетика – нові виклики часу / За заг. редакцією П. Омеляновського. Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – С.99 – 104
- **Майстренко, О.Ю. Топал О І., Гапонич Л.С.** Технології спалювання і газифікації вугілля у киплячому і циркулюючому киплячому шарі під тиском для парогазових установок на твердому паливі // Теплова енергетика – нові виклики часу / За заг. редакцією П. Омеляновського. Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – С.269 – 274.

УДК 621.57

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЗОНАЛЬНОГО КОНДИЦІЮВАННЯ МАШИННОГО ЗАЛУ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ЗИМОВОМУ РЕЖИМІ

Грич А.В., к.т.н., доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації,
НУК ім. адм. Макарова, м. Миколаїв,

Використання принципу зонального повітропостачання для раціонального вибору параметрів теплообмінного обладнання дає можливість скоротити витрати тепла, яке в зимовому режимі потрібно для опалення адміністративних і виробничих будівель об'єкта і технологічних потреб. У розробленій схемі повітря нагрівається не до 20 ... 25 °С, як передбачає стандартна система, а до 10 °С в окремому повітронагрівачі і подається до газопоршневого двигуна (ГПД) окремим повітропроводом. У стандартній системі двигун забирає повітря з машинного відділення (МВ), де в зимовий час його нагрівають до температура 20 ... 25 °С. Дана система дозволяє підвищити паливну ефективність двигуна в зимовий час за рахунок зниження температури на вході до 10 ° С і знизити витрати тепла на опалення МВ.

На рис. 1 показана зміна витрати скидної теплоти ГПД на опалення машинного відділення за місяць (січень 2011). Як видно з графіка, використання зональної подачі повітря дозволяє скоротити витрати тепла на нагрів зовнішнього повітря з 60000 м^3/год (стандартна схема) до 15000 м^3/год.

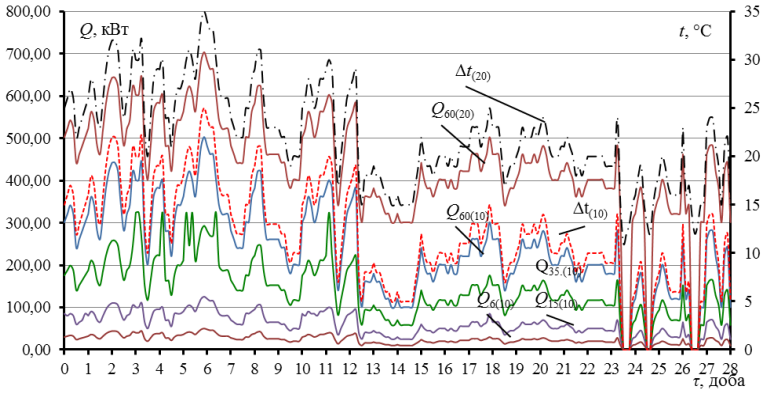


Рис. 1. Зміна витрати скидної теплоти ГПД на опалення МВ за січень 2011: $\Delta t_{(20)}$ – різниця температур $\Delta t_{(20)} = t_{МВ} – t_{НВ}$ при $t_{МВ}$ = 20 °С; $\Delta t_{(10)}$ – різниця температур $\Delta t_{(10)} = t_{МВ} – t_{НВ}$ при $t_{МВ}$ = 10 °С; $Q_{60(20)}$ – витрата скидної теплоти ГПД при витраті повітря 60000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 20 °С; $Q_{60(10)}$ – витрата скидної теплоти ГПД при витраті повітря 60000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С; $Q_{35(10)}$ – витрата скидної теплоти ГПД при витраті повітря 35000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С; $Q_{15(10)}$ – витрата скидної теплоти ГПД при витраті повітря 15000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С; $Q_{6(10)}$ – витрата скидної теплоти ГПД при витраті повітря 6000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С

На рис.2 представлено графік економії тепла при нагріванні повітря до 10 °С та різних витратах повітря. При витратах 60000 м^3/год та 350000 м^3/год повітря подається в об'єм машинного відділення, при 15000 і 6000 м^3/год повітря подається зональною системою на вхід турбокомпресорів газопоршневих двигунів. Як видно із графіків, впровадження раціонального підходу в підготовці повітря МВ взимку дозволяє скоротити витрати тепла на 300…33 МВт·год за місяць в порівнянні з базовою схемою. При цьому температура повітря відповідає оптимальним показникам роботи ГПД за високої його паливної ефективності.

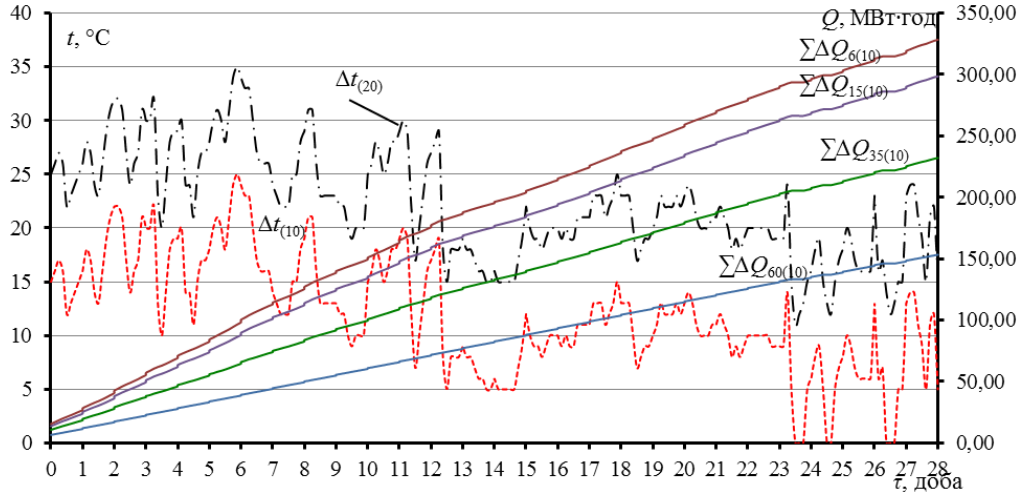


Рис. 2 Скорочення витрати скидної теплоти ГПД протягом січня 2011:
$\Delta t_{(20)}$ – різниця температур $\Delta t_{(20)} = t_{МВ} - t_{НВ}$ при $t_{МВ}$ = 20 °С; $\Delta t_{(10)}$ – різниця температур $\Delta t_{(10)} = t_{МВ} - t_{НВ}$ при $t_{МВ}$ = 10 °С; $\Sigma\Delta Q_{60(10)}$ – скорочення витрат скидної теплоти ГПД при витраті повітря 60000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С; $\Sigma\Delta Q_{35(10)}$ – скорочення витрат скидної теплоти ГПД при витраті повітря 35000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С; $\Sigma\Delta Q_{15(10)}$ – скорочення витрат скидної теплоти ГПД при витраті повітря 15000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С; $\Sigma\Delta Q_{6(10)}$ – скорочення витрат скидної теплоти ГПД при витраті повітря 6000 м^3/год і $t_{МВ}$ = 10 °С

Таким чином, використання зональної системи подачі повітря з оптимізацією його витрати є актуальним не лише в літньому режимі, а і в зимовому.

Висновок

Проаналізована ефективність системи зонального кондиціювання машинного залу установки автономного енергозабезпечення в зимовому режимі. Розраховано скорочення витрати тепла на нагрів повітря на вході двигунів взимку.

Використана література

1. Jenbacher модельный ряд 4 [Електронний ресурс] GE Power Generation – Режим доступу:https://powergen.gepower.com/content/dam/gepowerpgdp/global/en_US/documents/product/Reciprocating%20Engines/Jenbacher/Type%204/jenbacher-type-4-fs-ru-2016.pdf

2. Technical Specification Jenbacher gas engines / JMS 420 GS–N.L Natural gas 1.403kW el. – 4 p.

УДК: 641.528.6

МОДЕЛЮВАННЯ НЕСИМЕТРИЧНОГО ПРОЦЕСУ КОНТАКТНОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

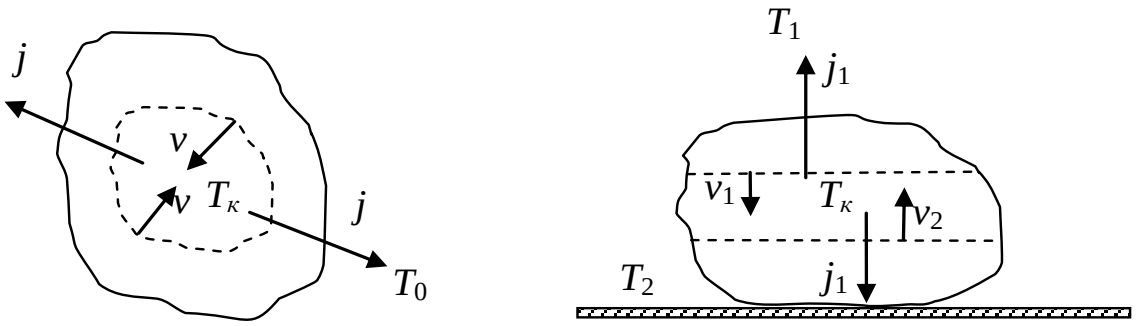
В.О. Потапов, Д.П. Семенюк,
Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, Україна,

З метою удосконалення конструкторських розрахунків холодильного обладнання необхідно застосування нових математичних моделей процесів технологічної обробки харчових продуктів, зокрема актуальною є задача моделювання процесів холодильної обробки харчових продуктів з урахуванням специфіки конкретного технологічного процесу.

Як відомо, класичним рівнянням при розрахунку тривалості процесу заморожування служить формула Планка. Існують варіанти формули Планка для безкінечної пластини та шару, а також для паралелепіпеда, але подібний аналітичний підхід навряд чи можливо застосувати для продуктів більш складної форми [1–3]. В роботі [4] висловлено припущення, що теоретично обґрунтованим шляхом для розрахунку тривалості процесу охолодження та заморожування є пряме розв'язання тривимірної нестаціонарної крайової задачі теплопровідності. В основу формули Планка покладено наступні допущення: розподіл температур за об'ємом тіла в процесі заморожування залишається постійним (квазістаціонарне наближення) та одновимірним, теплофізичні характеристики тіла залишаються постійними, перед початком заморожування тіло охолоджується до кріоскопічної температури, фронт заморожування переміщається симетрично від поверхні тіла до його центру, виконуються граничні умови третього роду на поверхні тіла [5]. Проте в процесі контактного заморожування, яке має місце в більшості практичних випадків останні два допущення не виконуються. У цих умовах використання формули Планка приводить до великих погрішностей при розрахунку тривалості процесу заморожування.

Мета та завдання статті полягає в отриманні моделі заморожування у разі несиметричних граничних умов, що має місце в плиткових апаратах під час контактного заморожування.

На рисунку представлено розрахункові схеми процесу заморожування у двох випадках: а – симетричний фронт заморожування в моделі Планка, б – асиметричний фронт заморожування за контактного способу. У разі контактного заморожування необхідно під час вирішення задачі врахувати різні граничні умови на поверхні продукту.



а б

Рисунок **– Розрахункова схема процесу заморожування: а – модель симетричного заморожування; б – модель несиметричного заморожування**

У обох випадках тепловий потік *j* направлений від продукту до навколишнього середовища, оскільки кріоскопічна температура $T_к$ вища за температуру навколишнього середовища, проте, на відміну від випадку симетричного заморожування за контактного заморожування існує два фронти фазового перетворення, що рухаються один до одного з різними швидкостями v_1, v_2, оскільки температура контактної поверхні T_2 більше температури в холодильній камері T_1.

Для будь-якого нескінченно малого об'єму тіла *dV*, який розташований між поверхнею тіл та включає фронт заморожування, у будь-який момент часу виконується рівняння теплового балансу:

$$c \cdot \rho \cdot dV \cdot \frac{dT}{d\tau} = j \cdot S + dQ, \qquad (1)$$

де *c* – питома теплоємність тіла, Дж/кг·К;

ρ - густина тіла, кг/м^3;

dV – довільний об'єм , м^3;

S – площа поверхні, що охоплює об'єм *dV*, м^2;

T - температура, К;

j – густина теплового потоку через поверхню *S*, Вт/м^2;

τ – поточний час, с;

dQ - потужність внутрішнього джерела теплоти кристалізації води, що діє в об'ємі *dV*, Вт.

Приймаючи такі самі допущення, що у і випадку отримання формули Планка, та вважаючи, що по досягненні кріоскопічної температури у нескінченно тонкому шарі на границі фронту виморожування

кристалізується тільки вільна волога, та проводячи певні підстановки, отримуємо наступне диференціальне рівняння:

$$\lambda \frac{dT}{dr} = q\rho w_f v . \quad (2)$$

Його рішення у припущенні, що швидкість просування *v* фронту заморожування в межах нескінченного малого об'єму *dV* є постійною, має вигляд

$$T = \frac{q\rho w_f v}{\lambda} r + C , \quad (3)$$

де постійна інтегрування *C* визначається з певних граничних умов.

З урахуванням попередніх формул, отримуємо рішення двох диференційних рівнянь за початкових умов

$$T(0)\big|_{\tau=0} = T_к ; \qquad T(R_V)\big|_{\tau=0} = T_к , \quad (4)$$

вирішуючи які, отримуємо час просування фронту заморожування з боку вільної поверхні продукту та час просування фронту заморожування з боку охолодженої стінки.
За умови *r*=0, з даних формул отримуємо планківский час заморожування:

$$\tau = \frac{q\rho w_f {R_V}^2}{2\lambda(T_к - T_1)}\left(1 + \frac{2\lambda}{\alpha R_V}\right). \quad (5)$$

Провівши підстановки, знаходимо тривалість процесу контактного заморожування:

$$\tau = \frac{q\rho w_f {R_V}^2}{2\lambda(T_2 - T_к)}\left\{\left[\frac{2T_к\left(\frac{\lambda}{\alpha R_V}+1\right) - T_2\left(2\frac{\lambda}{\alpha R_V}+1\right) - T_1}{T_1 - T_2}\right]^2 - 1\right\}. \quad (6)$$

Висновки. Таким чином запропонована математична модель несиметричного заморожування, яка дозволить визначати тривалість процесу при контактному заморожуванні з меншими похибками на відміну від традиційної формули Планка. Треба зазначити, що на відміну від формули Планка у рівняння (6) входить не вологість тіла, а вміст вільної вологи в тілі. Кількість вільної вологи в харчових матеріалах можна знайти за формулою:

$$w_f = w \cdot (1 - A_b) , \quad (7)$$

де *w* - початкова вологість продукту, кг/кг;

A_b - доля зв'язаної вологи у продукті.

Доля зв'язаної вологи у продукті визначається методом структурно-енергетичного аналізу ізотерм сорбції-десорбції [6]. Як показано в цій роботі величина A_b складає для овочів 0,20...0,30, для фруктів 0,13...0,20.

Викладений підхід до моделювання процесів заморожування може застосуватись під час опису інших способів заморожування.

Перспективою подальших досліджень у цьому напрямку є експериментальне підтвердження отриманих теоретичних викладок, а також визначення можливості застосування отриманих рівнянь для швидкоморозильних апаратів з повітряним охолодженням.

Література

1. **Валентас, К. Дж.** Пищевая инженерия [Текст] : Справочник с примерами расчетов / Валентас К. Дж., Ротштейн Э., Сингх Р.П. (ред.) / Пер. с анг. Под общ. науч. ред. А.Л. Ишевского. – СПб: Профессия, 2004. – 848 с. – ISBN 5-93913-045-3.

2. **Cleland, D.J.** A generally applicable simple method for prediction of food freezing and thawing times // Proc.XVIII Int. Congr. Refrig. – 1991. – №4. – P. 1884 – 1887.

3. **Hossain, Md.M., Cleland D.J., and Cleland A.C.** Prediction of freezing and thawing times for foods of three-dimensional irregular shape by using a semi-analytical geometric factor // Int. J. Refrig. – 1992. – №15. – P. 241 – 246.

4. **Чумак, І.Г.,** Холодильні установки [Текст] : Підручник / І.Г. Чумак, В.П. Чепурненько, С.Ю. Лар'яновський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Пальміра; 2006. – 522 с. – ISBN 966-8713-05-2.

5. **Pham, Q.T.** Simplified equation for predicting the freezing time of foodstuffs // J. Food Technol. – 1986. – №21. P. 209 – 219.

6. **Потапов, В.О.** Структурно-енергетичний метод аналізу ізотерм сорбції-десорбції харчової сировини [Текст] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі: Зб. наук. пр. – Харків: ХДУХТ. – 2006. – Вип. 1. – С. 313 – 322.

УДК 662.636:662.6

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СПАЛЮВАННЯ ЛУЗГИ СОНЯШНИКА

Волчок В.О., Савченко Д.А.
Одеська національна академія харчових технологій, recvicv@gmail.com

Збільшення цін на традиційні енергоресурси, які використовуються на підприємствах для отримання теплової енергії, підштовхує до пошуку альтернативних джерел енергії. Одним з результатів цих пошуків є відходи рослинного походження.

Підприємства, які переробляють сільськогосподарську продукцію, мають великі потоки рослинних відходів. Зокрема, на олієекстракційних заводах, які переробляють насіння соняшнику, утворюється велика кількість лузги. Вихід лузги складає до 20% від початкової маси насіння.

За останні роки площі, виділені під вирощування соняшнику, постійно зростають і наразі складають близько 15% від усіх сільськогосподарських земель України.

Водночас зі збільшенням обсягів переробки насіння соняшнику і виробництва основного продукту - соняшникової олії, збільшується і вихід відходу виробництва - соняшникової лузги. Утилізація соняшникової лузги завжди представляла велику проблему для олійних підприємств через відсутність можливості зберігання, утилізації та транспортування [1].

На сьогоднішній день ситуація кардинально змінилася. Лузга соняшнику з відходів виробництва соняшникової олії перетворилася в джерело теплової енергії.

Впровадження проектів з переробки і подальшого використання відходів виробництва соняшникової олії в вигляді пелет лузги соняшника, збільшило конкурентоспроможність української масложирової продукції за рахунок активного освоєння енергозберігаючих технологій. Їх застосування не тільки виключає залежність від зовнішніх енергетичних джерел, а й значно знижує енерговитрати і собівартість кінцевої продукції.

Пелетам лузги соняшника останнім часом приділяється підвищена увага з урахуванням перспектив його закріплення на вітчизняному енергетичному ринку та експортних можливостей. У той же час для стимулювання підвищення частки пелет в структурі споживання енергоресурсів національною економікою існує необхідність економічного та екологічного обґрунтування доцільності заміни окремих традиційних видів палива даними енергетичною сировиною.

На сьогодні промисловість серійно не виготовляє котлів і топок, призначених для спалювання лушпиння соняшника. Процес згоряння лузги дещо відрізняється від традиційної організації процесу. Лузга, перед тим, як потрапити в топку потрапляє до предтопку, де піддається температурним впливам. Предтопок можна встановити до котла, що працює на інших видах палива, при цьому не потрібно здійснювати спеціальне переобладнання конструкцій [2].

У лузги соняшника є одна особливість, характерна для більшості відходів рослинного походження. При згорянні швидко засмічуються поверхні теплообміну котельної установки. Це пов'язано з інтенсивною сублімацією золи з плівки шлаку і осадженням на охолоджуваних трубах спільно з найдрібнішою золою, що викликає зашлакованість котла. Установка предтопка частково дозволяє вирішити цю проблему, але не усуває її.

Засмічення поверхонь теплообміну пов'язано з особливостями хімічного складу золи соняшникової лузги, до складу якої входять SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O. У топочному процесі під впливом високих температур і газового середовища складові золи взаємодіють один з одним, утворюючи низькотемпературні евтектики. Особливо легкоплавкіевтектики утворюються на основі SiO_2 і Na_2O [1]. Співвідношення в складі золи вищенаведених оксидів є причиною суттєвої залежності поведінки компонентів золи від організації топкового процесу.

Плавкість золи визначаються складом продуктів її розкладання. Досвід експлуатації котлів показали, що інтенсивність утворення відкладень залежить від хімічної активності золи, інтенсивності випромінювання факела, температури поверхні труб, коефіцієнта надлишку повітря в топці і інтенсивності масопереносу від продуктів згоряння до поверхні. Забруднення екранів починається з моменту механічної та хімічної взаємодії нанесення на поверхню частинок золи та шлаку з металом, що відбувається під впливом газового середовища.

Соняшникову лузгу спалюють при двох режимах - високотемпературному і низькотемпературному. Високотемпературний режим реалізується спалюванням додаткового висококалорійного палива - мазуту або природного газу. Особливістю високотемпературного режиму спалювання є повне проплавлення і усереднення всієї маси золи з утворенням легкоплавких евтектик, а також сублімацією частини золи з утворенням дрібних частинок виносу [3, 4]. При цьому утворюється рідкий шлак в топці, відбувається шлакування топкових і передтопочних поверхонь нагріву, інтенсивний занос конвективних поверхонь нагріву летючої золою.

Низькотемпературний топковий процес реалізується за рахунок двоступеневої схеми горіння, за рахунок недостатньої для повного спалювання лушпиння подачі дуття в першій зоні при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha = 1{,}6 \div 1{,}7$ і допаленням продуктів неповного згоряння в другій зоні. Низькотемпературне спалювання можна забезпечити також за рахунок надлишкової подачі дуття (коефіцієнт надлишку повітря $\alpha \approx 2$), рециркуляції димових газів і інтенсивним охолодженням топки екранами.

У переважній більшості котли, що працюють на соняшниковій луззі, використовують високотемпературний режим спалювання. При використанні такого процесу утворюється велика кількість шлаків, які відкладаються на зовнішніх трубних поверхнях.

Незважаючи на актуальність і переваги використання соняшникової лузги у вигляді палива, крім технологічних є ряд екологічних проблем її спалювання.

У переважній більшості котли, що працюють на луззі, використовують високотемпературний режим спалювання. При використанні такого процесу утворюється велика кількість шлаків, які відкладаються на зовнішніх трубних поверхнях.

Незважаючи на актуальність і переваги використання соняшникової лузги у вигляді палива, крім технологічних є ряд екологічних проблем її спалювання.

При спалюванні соняшникової лузги викиди шкідливих речовин з димовими газами перевищують гранично-допустимі норми. Підвищення ККД котла, зниження значення теплової напруги топки котла, зв'язування SO_2 оксидом Са, наявної в золі лузги при низькотемпературному спалюванні в комплексі призводить до зниження шкідливих викидів в атмосферу. Рішення проблеми очищення димових газів можливо застосуванням електрофільтрів, вартість яких перевищує вартість самих котлів. З цієї причини не всі підприємства готові інвестувати в екологічний аспект.

Але існують і екологічні переваги використання лузги соняшника перед традиційними енергоносіями. До них відносяться: можливість зберігання в безпосередній близькості від житлових приміщень, відсутність спорів, які можуть викликати алергічну реакцію у людей, мінімальний ризик самозаймання, вибухів, витоку при транспортуванні, не розкладаються при тривалому зберіганні, викиди сірки при спалюванні соняшникового лушпиння практично відсутній.

Тільки застосування сучасних фільтрів і інших ефективних елементів системи очищення димових газів емісія шкідливих речовин не буде перевищувати встановлені норми, а робота котлів - завдавати шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю людей. Вирішенню цього питання сприяє розташування олієекстракційних підприємств безпосередньо в великих населених пунктах.

Висновки. Лузгу соняшника можна розглядати як досить потужне джерело альтернативної теплової енергії і сировина для виробництва твердих біопалив високої якості. Завдяки спалюванню цього вторинного ресурсу в сучасних котлах, підприємства олієжирового комплексу можуть забезпечувати себе власною теплотою, а при наявності надлишку теплоти, опалювати будинки сусідніх виробничих і житлових районів. Рішення ряду екологічних проблем, пов'язаних з підвищенням екологічності процесів спалювання, значно підвищить ефективність використання соняшникової лузги з проведенням додаткового техніко-економічного обгрунтування і тим самим збільшить конкурентоспроможність олієжирової продукції.

Література

1. Брикетирование отходов из биомасс // Олійно-жировий комплекс – ежеквартальный научно-практический журнал. - Издатель ООО ИА «АПК-Информ», Днепропетровск, №4. – 2006. - с. 61-62.
2. Справочник: Технологии и оборудование для сжигания древесных отходов и других видов экологически чистого топлива: 2006. – С.-Петербург. – 140 с.
3. **Забарний Г. М., Шурчков А. В.** Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України. - Київ: ІТТФ НАНУ, 2002. - 211 с.
4. **Аешук А. В., Носенко Т. Т.** Біохімія та технології оліє-жирової сировини. Навчальний посібник - Київ: Центр учбової літератури, 2011. - 295 с.

УДК 504.75:664.661:612.3:663.1:664.8

КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА МІКРОБІАЛЬНОЇ СИРОВИНИ ІЗ ОТРИМАННЯМ БАД

Данилова О.І.,, Решта С.П.
Одеська національна академія харчових технологій,

На сучасному розвитку промисловості все більше уваги приділяється екологічно безпечним технологіям, оскільки антропогенне навантаження на навколишнє середовище продовжує збільшуватися. Іноді під час розробки технологій відбувається підміна понять: забезпечення екологічної безпеки замінюється на вимоги охорони навколишнього природного середовища або природокористування, причому здійснюється це у відповідності до статей сучасного законодавства. В такому випадку всі процеси не гарантують зменшення загрози життю і здоров'ю людини, залишається загроза нанесення шкоди природним ресурсам. Тому актуальним є розробка безвідходних технологій у всіх галузях промисловості, зокрема, для підприємств АПК. Другим важливим завданням при цьому є розробка біологічно активних добавок (БАД), які сприяють покращенню здоров'я та можуть бути використані для профілактики захворювань, тому метою роботи стала розробка комплексної технології отримання БАД, що включає практично безвідходні технології та отримання корисних для здоров'я людей препаратів.

Проблема біоповноцінності харчового раціону населення обумовлена дефіцитом ряду ессенціальних нутрієнтів у складі продуктів харчування, при цьому найгостріше стоїть питання про недостатність споживання таких необхідних компонентів як вітаміни, макро-, мікроелементи, а також харчові волокна. Останнім часом все більше уваги привертають водорозчинні харчові волокна, які достатньо легко можуть бути введені до складу харчових продуктів, при цьому покращують не тільки фізико-хімічні, функціональні властивості продуктів, але й мають біологічну активність, що позитивно позначається на стані здоров'я людей. До таких препаратів відносять бета-глюкани, які є ефективними імуномодулюючими агентами, широко використовуються в медичній практиці у всьому світі, володіють гепатопротекторними та іншими важливими біологічними властивостями [1-3]. Стінки клітин дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* містять велику кількість β-1,3/1,6-глюканів, здатних зв'язуватися з глюкановими рецепторами білих кров'яних клітин. Але β-глюкани складно вивільнити із структури клітинної стінки: на її зовнішній поверхні шар β-1,3/1,6-глюканів покритий шаром білкових молекул, тісно пов'язаних з маннанами, які прикріплені до бічних ланцюгів β-1,3/1,6-глюканів. Внаслідок цього дріжджові клітини безпосередньо, як і неочищені продукти з клітинних стінок, практично не впливають на ефективність імунної системи. [1, 3].

Розроблена технологія передбачає отримання препаратів бета-глюканів із використанням виділення з додатковим очищенням і концентрацією препаратів. Важливо, що таке фракціонування дозволить отримати низку препаратів, гарантує практично безвідходне виробництво. Біотехнологія із використанням ферментних препаратів гідролаз, які відщеплюють білково-маннанову частину комплексів клітинних стінок, дозволяє отримати β-1,3/1,6-глюкани із підвищеним вмістом основної складової та достатньою молекулярною вагою для найбільш повного прояву антиоксидантних та пребіотичних властивостей [4-6].

Технологічний процес передбачає кілька стадій, причому кожна з них закінчується отриманням БАД із певними властивостями, які можна використати безпосередньо із профілактичними цілями або ввести до

складу харчових продуктів. Н першому етапі вирощують дріжджову біомасу *S. cerevisiae*, вирощені на середовищі, що містить розчини мінеральних солей, гідролізат рослинної сировини як джерело цукрів, центифугують для відділення дріжджової маси, здійснювали денуклеїнізацію [5]. Якщо додатково під час вирощування внести до складу мінеральних солей джерело селену та залишити в якості твердої фази харчові волокна, в результаті отримана БАД буде відрізнятися не тільки високим вмістом білку, вуглеводів, мінеральних речовин, але й містити селен в легко засвоюваному органічному виді. При цьому відбувається збереження значної кількості біологічно активних речовин – вітамінів, полі фенолів [5].

Наступний етап – проведення автолізу дріжджових клітин та розділення компонентів за розчинністю та молекулярною вагою. Спочатку відбувається автоліз водної суспензії денуклеїнізованих хлоридом натрію клітин дріжджів і інактивовування ендогенних ферментів клітин дріжджів шляхом термічної обробки при температурі 85-95°С і витримкою впродовж 15-30 хвилин. Далі отриману суспензію охолоджують до температури 54-56°С і здійснюють обробку екзогенними ферментами. Така обробка також може здійснювати в кілька стадій в залежності від поставленої мети: отримання функціональних або високо очищених препаратів. На першій стадії обробка водної суспензії клітин дріжджів здійснюється шляхом додавання ферментних препаратів целловіридина ГХ20 і протосубтіліна 3Х-П-120 і витримування впродовж 90 – 180 хв, при рН 5,8-6,0. і постійному перемішуванні. Зруйновані дріжджові клітини, що містили фрагменти клітинних стінок, центрифугують при 5000 g. Осад, що являє собою маннано-глюкановий комплекс, з'єднаний з білковими компонентами також можна використовувати як функціональний інгредієнт та БАД. Якщо необхідно отримати більш очищений препарат, в якому відсутня білкова складова, із осаду готують суспензію та вносять 0,1-0,15 г ферментного препарату маннанази. Діє препарату триває 2,5-3 години, при цьому піддається гідролізу полісахариди, що формують зовнішній шар клітинної стінки, тобто, відщеплюються маннами та сполучені із ними білкові речовини. Для більш повного очищення від маннано-білкового комплексу і концентрування з отриманням препарату β-глюкан-2 використовується ферментний препарат Laminex BG Glucanase complex («DANISCO», Бельгія). Отриману суспензію концентрованих препаратів β-глюканів центрифугують, осад кілька разів промивають, а потім висушують [7]. Концентровані препарати містять 75-87 % бета-1, 6-глюкана і бета-1, 3-глюкана.

Важливим є те, що відділені супернатанти після кожної стадії також можна використовувати як добавки після проведення концентрування, а видалена із них вода йде на рецикл технологічного процесу. Об'єднання супернатантів після першого та другого ферментативних гідролізів і концентрування дає суміш олігомерів, до складу яких входять цукри і амінокислоти, ферменти, тобто, після повного видалення вологи препарат може бути стати цінним компонентом для використання у складі харчових і кормових продуктів.

Висновки. Таким чином, запропонована багатостадійна технологія переробки мікробіальної сировини, яка дозволяє отримати БАД на різних стадіях процесу із різним складом, відповідно, в залежності від економічних чинників, можна корегувати проведення процесу, при цьому отримати препарати для профілактики захворювань або такі, що можна використати у складі харчових продуктів. Результати проведених досліджень доводять раціональність використання етапу додаткового очищення і концентрування препаратів бета-глюканів і можуть стати підґрунтям для розробки практичних рекомендацій з біотехнології переробки рослинної і мікробіальної сировини. Завдяки розділенню фракцій за розчинністю і молекулярною вагою можливо отримати значний спектр препаратів, перспективних для використання як функціональних компонентів у складі харчових і кормових продуктів.

Література

1. Мат. XVI Всеросс. конгресса нутрициологов и диетологов с международным участием, посвященного 100-летию со дня рождения основателя отечественной нутрициологии А.А. Покровского, «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи» (Москва, 2–4 июня 2016 г.) // Вопросы питания. Приложение. – 2016. – Т. 85, № 2. 252 с.

2. **Syed, H. A.** The world of β-glucans – a review of biological roles, applications and potential areas of research / H.A.Syed // Thesis for the requirement of master of Science – Medical Biology. – 2009. – P. 13-18.

3. Petravic-tominac, Vlatka Biological effects of yeast β-glucans / Vlatka Petravic-tominac, Vesna Zechner-krapan, Slobodan Grba, Siniša Srecec and all // Agriculturae Conspectus Scientificus – 2010. – Vol. 75. – 149–158.

4. **Reshta, S.P.** Processing of wastes of grain-growing industry at help of hydrolase of S. cerevisae [Текст] / S.P.Reshta, O.I.Danylova // Materials of the V international research and practice conference, Westwood, Canada, June 20, 2014 - Westwood, Canada, 2014. - P. 471-478.

5. **Данилова, Е.И.** Переработка отходов зерновой промышленности при помощи гидролаз S. cerevisae [Текст] / Е.И.Данилова, С.П.Решта, М.Ж.Кизатова // Вестник Алматинского технологического университета – 2014. - № 3 (104) - С. 31-38. Режим доступу http://www.atu.kz/zhurnal-vestik-atu.

6. **Данилова, О.І.** Визначення біологічної активності олігомерів вуглеводів [Текст] / О.І.Данилова, С.П.Решта // Наук. пр. ОНАХТ – О. – 2015. - Вип. 48. – С. 71-75.

7. **Патент України на корисну модель № 126113 Україна, МПК (2017) A23B C08B, C12N 1/16, C12N 9/00, C 12N 11/00, A 61K 35/66** Спосіб одержання бета-глюканів із клітинних стінок мікроорганізмів [Текст] / Данилова

О.І., Решта С.П., власник Одес. нац. акад. харч. Технологій, заявка № u 2017 12299 заявл. 12.12.17, опубл. 11.06.2018, бюл. № 11.

УДК 621.565.3:664.723

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

Петушенко С.Н., Титлов А.С., Устенко Р.А.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Известно, что наибольший эффект в энергосбережении при хранении мелкосемянных культур может быть достигнут при совершенствовании систем охлаждения, воздухораспределения и вентиляции. В тоже время методики моделирования не могут быть в полной мере применены при разработке таких систем.

В этой связи актуальными становятся экспериментальные исследования температурно-влажностных режимов низкотемпературной обработки и хранении мелкосемянных культур, которые позволят определить степень адекватности разработанных моделей и изучить особенности реальных процессов тепломассообмена и гидродинамики в типовых условиях. Для достижения этих целей была изготовлена специализированная экспериментальная установка. При апробации методики экспериментальных исследований и установки в качестве исследуемых образцов использовали весь спектр отечественных мелкосеменных культур: рапс, лен, горчица, просо. Диаметр зерновки составляет для: проса обыкновенного – в среднем 1,6 мм; горчицы белой – 1,5-2,0 мм, льна – в среднем 1,8 мм; рапса – от 1,8 до 2,5 мм.

Проведение экспериментальных исследований на установке выполнялось следующим образом. Вначале проводилось тарирование скорости движения воздуха на выходе из зернового слоя. Для этого в экспериментальную ячейку помещалось зерно рапса. Высота засыпки определялась мерной шкалой на прозрачном окошке соответственно 100 мм, 200 мм и 275 мм. Изменяя скорость вращения вентилятора, доводили значение скорости воздушного потока на выходе из зернового слоя до υ = 0,8 м/с. Давление контролировалось микроманометром, а скорость потока воздуха определялась по формуле $\upsilon = 1{,}29\sqrt{Hg}$, м/с. Осуществлялось предварительное включение холодильной машины и выход на заданный температурно-влажностный режим установки.

Предварительно подготовленное зерно рапса, увлажненное и подогретое в термостате, помещалось в экспериментальную ячейку. При этом вначале взвешивалась масса самой ячейки, а затем вместе с зерном на лабораторных электронных весах. Температура зерна определялась с помощью термометров сопротивления и электронного блока. Заполненная ячейка закладывалась в экспериментальную камеру, при этом конструкция соединения ячейки с воздуховодом обеспечивало герметичное быстросъемное соединение, не допускающее боковых перетечек при продувке зерна воздушным потоком. Время отслеживалось по электронному секундомеру.

Через каждые 60 с экспериментальная ячейка вынималась из камеры, взвешивалась на электронных лабораторных весах, при этом проводилось измерение температуры слоя зерна в верхней части (на расстоянии 10 мм от края насыпи) и в средней части насыпи. После этого экспериментальная ячейка помещалась в камеру охлаждения и эксперимент продолжался.

В ходе эксперимента контролировались температуры: окружающей среды; воздуха на входе в слой зерна, воздуха на выходе из слоя зерна.

Каждый опыт заканчивался при достижении заданной температуры насыпи зерна в верхней части (на расстоянии 10 мм) независимо от высоты слоя. Начальная и конечная влажность зерна определялась в лабораторных условиях на приборе СЕШ-3М.

Эффективный коэффициент конвективного теплообмена определялся:

$$\alpha_э = \frac{Q_{общ}}{F \cdot (t_H - t_K)}; \qquad (1)$$

Расчетные значения параметров приведены в табл. 1.

Полученное уравнения для определения коэффициента конвективного теплообмена рапса будет иметь следующий вид:

$$Nu = 2 + 0.2 \cdot \mathrm{Re}_Э^{0.5} \cdot \mathrm{Pr}^{0.33} \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^{1.423}, \qquad (2)$$

Диапазон изменения симплекса: $1{,}1 \le \left(\frac{d}{h}\right) \le 0{,}37$

Таблица 1 – Расчетные значения параметров

Параметр	Высота слоя, м		
	0,1	0,2	0,275
Эффективный коэффициент теплоотдачи	2,188	1,277	0,851
Критерий Нуссельта, Nu	9.328	5.441	3.627
Критерий Рейнольдса, Re	1671	1671	1671
Критерий Прандтля, Pr	0,718	0,718	0,718
Симплекс, d/l	1.04	0.52	0.38

Сравнение расчетных значений, полученных по соотношению (2) с экспериментальными данными, приведено на рис.1.

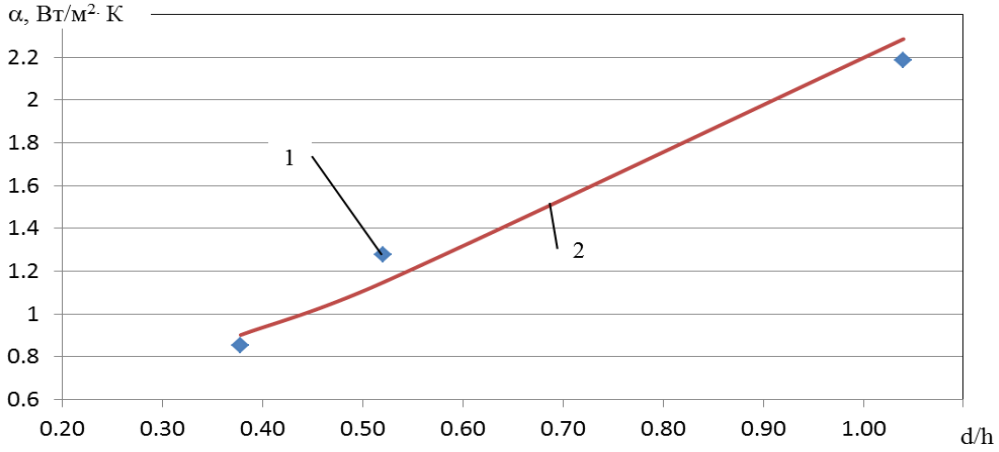


Рис. 1. График изменения коэффициента теплоотдачи от воздуха к слою зерна
1 – эксперимент, 2 – расчет.

Относительная погрешность определения коэффициента конвективного теплообмена составляет 10 %.

УДК [663.67:613.26:612.394.2]

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СОЛОДКИХ ЛЬОДІВ ДЛЯ ВАГІТНИХ

Козонова Ю.О., к.т.н., доц. кафедри Технології ресторанного і оздоровчого харчування,
Одеська національна академія харчових технологій

Новітні тенденції на ринку солодкої продукції вимагають використання натуральної сировини, вилучення з рецептури консервантів і поліпшувачів смаку та максимальне зниження вмісту цукру та, відповідно, калорійності продуктів. Одним із видів солодкої продукції є різновид морозива без використання молочної основи - фруктовий лід. Морозиво-лід (заморожений сік) - морозиво збите або не збите, що виробляють з використанням фруктів, ягід, овочів, продуктів їх переробки або розчинів (чаю, кави, какао, трав та ін.) або натуральних та ідентичних натуральним ароматизаторів, барвників, компаундів і необхідних для його виробництва інгредієнтів [1]. Фруктові та солодкі льоди на натуральній основі можна розглядати як «новомодну» солодку еко-продукцію зі зниженим вмістом цукру та, відповідно, калорійністю. Зараз харчуванню різних верств населення приділяють значну увагу. Так, робиться наголос на тому, що харчування людини повинно бути повноцінним та різноманітним. Звичайно, це стосується «особливих» періодів життя, таких, наприклад, як вагітність. У цей період необхідно ще більше зосередитися на надходженні у організм натуральної та корисної продукції [2,3]. Одним з варіантів солодкої продукції на натуральній основі рекомендуємо солодкий лід для вагітних, технологію отримання якого розглянуто нижче.

Під час вагітності потрібно споживати на 25 % білків більше, ніж у звичайний період, тому що вони являються матеріалом для побудови всіх м'язових тканин організму. Жири та вуглеводи у період вагітності слід обмежити, щоб не сильно збільшилася вага тіла матері і плоду [4]. Крім того, вагітні часто погано приймають жирну їжу, тому слід їсти більше легкозасвоюваних жирів. Вуглеводи рекомендовано знизити за рахунок легкозасвоюваних. Так як під час вагітності спостерігається набряки, то потрібно значно зменшити споживання води та солі. З вітамінів рекомендовано збільшити кількість вітамінів С, Д, Е, РР, а також майже всіх вітамінів грипи В. З мікроелементів особливо важливі кальцій, кальцій, залізо, фосфор, цинк, тому споживання їх збільшується. Знизити у раціоні у порівнянні з середньостатистичною жінкою необхідно вітаміни В5 та Н, а також мінеральні речовини натрій, магній. Отже, добові норми вагітної жінки відрізняються від добових норм у звичайний період життя, тому актуальним є розширення асортименту спеціалізованої продукції з урахуванням вищезазначених вимог. Особливий інтерес викликає солодка продукція, так як у раціоні вагітної необхідно знижувати легкозасвоювані вуглеводи, водночас забезпечуючи його різноманітність.

У порівнянні з морозивом на молочній основі, солодкий лід має меншу калорійність. Він не містить такої кількості білку та жиру, яку містять інші види ласощів. Відмінно освіжає та збагачує організм вітамінами, які містяться у фруктах. Крім смакового задоволення солодкий лід дозволяє розслабитися, підвищує настрій і позбавляє від безсоння. Його ще іноді порівнюють з антидепресантом, який практично нешкідливий для вагітних в порівнянні з медикаментозними препаратами, він заспокоює нервову систему, яка так нестійка в цей період життя жінки[5]. Було проведено аналіз хімічного складу рослинної сировини та обрані рецептурні компоненти, які збагатять його макро- та мікронутрієнтами, які необхідні вагітній жінці. Запропоновані вісім рецептурні композиції фруктових льодів для вагітних, до складу яких входять фрукти та очові у вигляді пюре, мед (як підсолоджував), а також горіхи та спеції. Впроваджувати технологію виробництва солодких льодів можливо на існуючому обладнанні консервних заводів, а також у системі закладів ресторанного господарства. Так, проект цеху з виробництва льодів для вагітних (на основі консервного цеху) містить чотири технологічні лінії: лінія переробки моркви, гарбузу, яблук та ягід. Прийняті технологічні схеми максимально маловідходні і забезпечують безперервність технологічних процесів. Для переробки сировини встановлені збірні максимально механізовані лінії, зібрані з устаткування. Перевага надана безперервним схемам, тому що при такому циклі збільшується потужність лінії, вдається запобігти зупинці машин, поліпшується санітарний стан процесу, існують мінімальні втрати продукту. На кожній лінії переробка сировини відбувається з урахуванням новітніх досягнень щодо збереження біологічно-активних компонентів сировини. У рецептурі деяких фруктових льодів для покращення органолептичного сприйняття було введено мед. Мед додаюсь на останніх операціях технологічного процесу уникаючи підігрівання суміші. Формування продукції (заливання у форми та вставляння дерев'яної палички) відбувається на апараті «Хассія» Однією з головних операцій є заморожування, яке відбувається у швидкоморозильному апараті GyroFreze. Цей апарат має ряд переваг, серед яких: простота експлуатації, максимальна гігієнічність, інтенсивність холодильної обробки та мала усушка [6]. У закладах ресторанного господарства виробництво солодких льодів проводять на існуючому обладнанні у гарячих та холодних цехах.

Проведено аналіз добових норм споживання середньостатистичної та вагітної жінки. Встановлено перелік нутрієнтів, які необхідно підвищувати та тих, які необхідно знижувати у раціоні під час вагітності. Зроблено наголос на тому, що крім зміни нутрієнтного складу, раціон вагітної жінки повинен бути різноманітним. Особливий інтерес викликає солодка продукція, так як у раціоні необхідно знижувати вміст легкозасвоювані вуглеводи, водночас забезпечуючи його різноманітність. З огляду на вищеперераховані вимоги, було запропоновано вісім рецептурних композицій солодких льодів на основі рослинної сировини. Розроблена продукція має різний склад, та виготовляється без використання цукру, однак з огляду на гарне органолептичне сприйняття, у деякі рецептури було введено мед у незначних кількостях. Впроваджувати технологію виробництва солодких льодів можливо на існуючому обладнанні консервних заводів, а також у системі закладів ресторанного господарства.

1. **ДСТУ 4734:2007.** Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, щербет, лід. Загальні технічні умови
2. **Новикова И.В.** Питание и диета для будущих мам. Вече, 2007 – 81с.
3. Журнал «Вопросы питания». Том.85, №4, 2016. – Анчева И.А. Функциональное питание при беременности.
4. **Пэрну Л.** Я жду ребенка: Пер. с франц. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1989. – 288 с
5. Можно ли мороженое беременным [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://sweetcool.ru/sovetyi/mozhno-li-morozhenoe-beremennyim
6. **Титлов А.С., Горыкин С.Ф.** Холодильное оборудование пищевой промышленности/ А.С. Титлов, С.Ф. Горыкин. – Львов: Новий Світ – 2000, 2013. – 332 с.

УДК 53.092+519

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ

Евфимко Константин Дмитриевич, старший преподаватель;
Шаповал Наталья Александровна, канд. тех. наук, доцент;
Коваль Сергей Станиславович, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Экспериментальное изучение механических и термодинамических характеристик микроструктурных объектов часто весьма затруднительно ввиду несоответствия макроскопических и микроскопических характеристик: достаточно часто, в случае моделирования трехмерных кристаллов, расхождение между значениями характеристик материала на макро и микроуровне достаточно существенно, что обусловлено дискретностью микроструктуры. Необходимой сегодня является разработка математических моделей, позволяющих описать физические процессы, протекающие на микроуровне в кристаллических телах с учетом расхождения макро- и микроскопических параметров вещества, а также собственно оценить расхождения экспериментальных данных, полученных при исследовании макроструктуры, с данными компьютерных экспериментов при моделировании микроструктур, например, для исследования возможности применения их в дальнейшем моделировании.

Одной из важных характеристик деформационного или теплового процессов является коэффициент температурного расширения вещества, который возможно вычислить с использованием кластерной модели.

Силовые, энергетические и деформационные характеристики теплового процесса, протекающего на микроуровне, рассчитываются с помощью метода структурных единиц [1-2], который основан на использовании модифицированного потенциала межатомного взаимодействия.

$$\Pi(\Delta r) = D(e^{-2a\Delta r} - 2e^{-a\Delta r}) \tag{1}$$

где Δr - изменение межатомных расстояний, *a* и *D* – постоянные характеризующие физические свойства вещества.

В общем виде температурный коэффициент линейного расширения для микроструктуры можно записать как:

$$\alpha_{ri} = \frac{\Delta r_i \Delta T_i}{r_0} \tag{2}$$

где Δr_i – приращение межатомного расстояния, r_0- параметр решетки, ΔT_i- относительное изменение среденеинегральной температуры в данный момент теплового процесса, рассчитываемое с помощью кластерной модели распространения тепловой энергии [3] в структурной единице:

$$T_i = T_0 + \Delta T_{\text{i}} (1 - e^{-\frac{\lambda_i r_0^2}{c_{ik} m \Delta r_i} t_{\text{i}}}) \tag{3}$$

где T_0- начальная температура структурной единицы, а m – распределенная масса атомов структурной единицы в i элементе.

Результаты компьютерного моделирования, показанные на рис. 1, показывают, что существенного расхождения между экспериментальными макроскопическими коэффициентами линейного теплового расширения [4] металлов и теоретически вычисленными с помощью метода структурных единиц и кластерной модели распространения тепловой энергии в микроструктуре коэффициентами α_{ri} нет, более того, теоретическая модель фактически может быть использована для расчета теплового расширения макроструктуры, с учетом микростуктурных особенностей конкретного вещества.

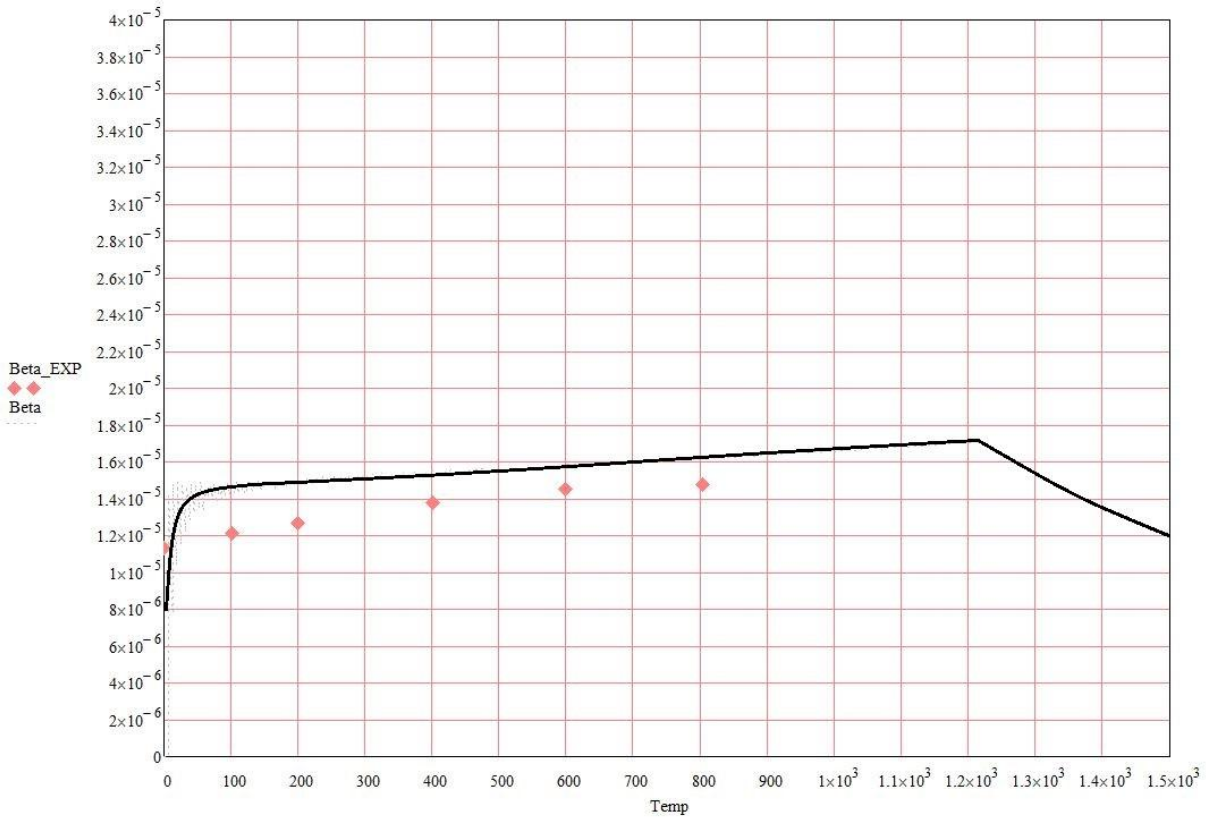


Рис. 1 График температурной зависимости микроструктурного коэффициента температурного линейного расширения Fe в диапазоне температур (0-1500K). Серым показаны экспериментальные макроструктурные значения для оценки расхождения.

Литература

1. Мочалов А.А., Гайша А.А., Евфимко К.Д. Исследования температурных характеристик твердого тела на микроуровне с помощью метода структурных единиц //Журнал нано- та електронної фізики Том 6 № 4, 04040(4cc) (2014)
2. Мочалов А.А., Гайша А.А., Евфимко К.Д. Динамика деформации структурной единицы твердого тела от внешнего воздействия // Журнал нано- та електронної фізики Том 1 № 1, 2009 С.70-79
3. Evfimko K.D., Ushcats M.V., Mochalov A.A. The Mathematical Model of Solid Structural Unit Heat Distribution Based on the Cluster Approach//J. Nano- Electron. Phys. 7 No 4, 04094 (2015)
4. Казанцев Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. М., «Металлургия», 1975.- 368 с.

УДК 621.763

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТОВ СИСТЕМЫ TI/AL

Павлов Д.Д,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова
Jlost3ruG@gmail.com

Металл-интерметаллидные слоистые композиты (МИСК), metal-intermetallic laminate composites (MIL), – это новые, легкие материалы с градиентной структурой, которые имеют высокие показатели жаропрочности и трещиностойкости. Титан-алюминиевые слоистые композиты, по сравнению с другими ламинатами, имеют очень высокую удельную вязкость разрушения, и достаточно высокий удельный модуль упругости. Благодаря сочетанию малого удельного веса (от 3,5 до 4,0 г/см^3) и хорошей трещиностойкости (до 50 МПа·м$^{1/2}$) они пригодны для изготовления противоударных покрытий и элементов баллистической защиты общей толщиной не более 1 мм. Хорошая трещиностойкость этих композитов обусловлена слоистой структурой, вследствие чего инициация трещины происходит в каждом слое. Кроме противоударной защиты слоистые композиты могут быть использованы как элементы теплового управления (электрические

проводники в керамических изоляторах встраиваются в композитную панель до синтеза), демпфирующие элементы (с помощью встроенных в композит полостей), а также в качестве жаростойких покрытий [1].

Сплавы системы Ti-Al имеют высокую удельную прочность, хорошие антикоррозионный свойства и жаропрочность при температурах до 850°С. Высокую удельную прочность этих сплавов обуславливает алюминий, а с увеличением его содержания повышается жаропрочность, сопротивление ползучести и модуль упругости без заметного увеличения стоимости материала, так как алюминий очень доступен, благодаря широкому распространению в земной коре. (Мировое производство алюминия составляет 57600 тыс. т)

Собственного производства слоистых металл-интерметаллидных композитов в Украине нет. Известные зарубежные технологические процессы многостадийны, преимущественно основаны на длительном горячем прессовании или отжиге пакета из слоев разнородных металлов. Недостатком таких технологий является чрезвычайно длительное время синтеза (до 10 часов). Таким образом, актуальным вопросом является поиск новых технологий синтеза слоистых композитов, обеспечивающих протекание структурных превращений за короткий промежуток времени.

Ускорить процесс твердофазного синтеза интерметаллидов между слоями фольг, можно путем пропускания электрического тока через пакет контактирующих между собой разнородных металлов. Во время прохождения электрического тока через физически и химически неоднородный проводник могут возникать разные электродинамические эффекты, которые и будут способствовать быстрому синтезу химических соединений. С научной точки зрения актуальным является изучение процессов протекания электрического тока через многослойные проводники с неоднородной по объему проводимостью, которые могут выступать в роли катализаторов химических превращений. С практической точки зрения ускорение твердофазного синтеза интерметаллидов за счет действия тока означает сокращение технологической длительности получения слоистых композитов и снижение их себестоимости.

Общим для жаропрочных композитов и сплавов всех систем является наличие в их структуре чередующихся фазовых составляющих, одна из которых должна быть прочной при высоких температурах, а другая – вязко-пластичной в нормальных условиях. Таковыми соответственно могут быть интерметаллидная фаза и твердый раствор. В сплавах, получаемых плавильными методами и методами порошковой металлургии, подобные структуры формируются естественным путем. Характеристика методов получения слоистых Ti-Al композитов представлена в табл.1 [2].

Таблица 1. – Основные параметры режимов и особенности структуры Ti-Al композитов.

Название метода	Метод диффузионной сварки под давлением в 2 этапа [3]	Реакционное спекание [3]	Сварка взрывом+спекание [3]	Пропускания электрического тока через заготовку [4]
Температура нагрева заготовки и сила давления	600 - 1250 °С *P* = 50 МПа	700 - 900 °С	700°С *P* = 30 МПа	600-830°С Сила тока – 140А *P* = 25МПа
Структура полученого изделия	Слоистая структура, образование пористости	Слоистая структура, не полное превращения алюминия, образование пористости	Слоистая структура, при длительном спекании слои алюминия переходят в слои титана	Слоистая структура, практически полное отсутствие пористости
Время синтеза	7-8 часов	8-10 часов	10-12 часов	3-4 часа
Положительные свойства методов	Возможность получения изделий нужной формы используя фигурные пресс-формы Возможность применять в качестве промежуточных прослоек при сварке давлением, в деталях камер горения с рабочей температурой до 1200°С			

Выводы: Анализ известных методов получения слоистых композитов с интерметаллидами в структуре показал, что метод пропускания электрического тока через заготовку, позволяет значительно

сократить время протекания химических реакций, обеспечивает более стабильный температурный режим в реакционной зоне, а также является менее энергоемким.

Поэтому представляет интерес дальнейшее исследование процессов структурообразования слоистых Ti-Al композитов методом электро-спекания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смитлз, К.Дж. Металлы [Текст] / К.Дж. Смитлз: Справ. изд; пер. с англ..М.:Металлургия. - 1980. – 447 с.
2. Лившиц, Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов [Текст] / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линицкий. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
3. Зиновьев, В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах [Текст] / В.Е. Зиновьев. – М.: Металлургия, 1989. - 318 с.
4. Исследование электротокового воздействия на процесс образования интерметаллидов в многослойных проводниках: отчет о НИР (заключ.) / Ин-т импульсных процессов и технологий НАН Украины; рук. А.В. Синчук; исполн. А.В. Иванов, Я.Ю. Дмитришина. – Николаев, 2013. – 63 с. – № ГР 0113U002373.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

Трушляков Є.І. Вступне слово ректора. Конкурентоспроможність НУК – виклики часу

Егоров Г.В., Егоров А.Г. Анализ динамики выбытия судов смешанного плавания «классических» проектов..... 3

Козир Б.Ю., Фатєєв М.В. Інтеграція водного транспорту України до глобальної транспортно-логістичної мережі..... 4

Халатов А.А., Дашевский Ю.Я., Мовчан С.Н., Чобенко В.Н., Шевцов А.П. Виктор Иванович Романов – выдающийся конструктор и ученый. 5

Некрасов В.А., Бондаренко А.В. Результаты работы НИИ проблем аэрогидродинамики, прочности и проектирования судов НУК по основным направлениям научных исследований института..... 7

Харитонов Ю.М. Проблеми розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання річкових портів України..... 11

Попов А.П. , Мозговой М.Г. , Савенков О.И. Разработка инновационных зубчатых передач с n-парной системой зацепления эвольвентных зубьев. 13

Парсяк В.Н., Жукова О.Ю.Тектонічні зрушення у суднобудуванні планети..... 15

Хачатуров Е.Б. Стан вітчизняного суднобудування та правові інновації розвитку. 16

Павлов Г.В., Черно О.О. Науково-дослідна діяльність навчально-наукового інституту автоматики і електротехніки..... 18

Слободян С.О. Проектно-орієнтоване управління НУК в сучасних ринкових умовах. 21

Коробко В.В. Термоакустичні технології в системах утилізації скидної теплоти енергетичних установок..... 22

Король Ю.М., Корнелюк О.М. Гидродинамика элементов движительно-рулевого комплекса судов и объектов океанотехники..... 24

Секція № 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

Shchedrolosiev O.V., Uzlov O.M., Konovalova H.V., Kyrychenko K.V. Modern dock scaffoldings for the maintenance of safe working conditions in floating docks. 28

Яглицкий Ю.К., Михайличенко Д.С., Коновалова А. В. Методы и средства выполнения проверочных работ в судостроении в современных условиях. 30

Яглицький Ю.К., Анохін Я.Е., Діанов С.О. Переваги багатокорпусних суден і перспективи їх розвитку..... 32

Щедролосєв О.В., Терлич С.В.Удосконалення технологічного оснащення при укрупненому формуванні суднових модульних конструкцій..... 34

Соколова В.В., Рашковский А.С. Строительство крупнотоннажных судов из двух частей..... 37

Нейман В.М. Забезпечення якості композитних плавучих споруд. 38

Коршиков Р.Ю, Коршиков Ю.С., Андрусенко А.О., Грязнов В.І. Використання еластомірних пружних елементів при проектуванні пружних підстав у суднобудуванні та судноремонті. 40

Уваров В.А., Авдюнін Р.Ю., Канівченко С.В. Захист суднового обладнання від корозії. 43

Марецкий В.Ю. Рашковский А.С. Совершенствование конструкции ремонтных композитных плавучих доков..... 44

Брага А.Ф., Рашковский А.С. К расчету прочности железобетонного понтона композитного плавучего дока. 46

Кохан Е.П. Рашковский А.С. Совершенствование подготовки производства при строительстве композитных плавучих доков..... 47

Гринько Я.Г., Гринько Ю.Г., Воленюк Л.С. К вопросу о спуске судов на воду на судостроительных заводах г. Николаева. 49

Ухо В.С., Жилін А.В. Різновиди та призначення плавучих доків. 51

Ухо В.С., Кисіль Г.П. Перспективи розвитку днопоглиблювального флоту України**.** 51

Ухо В.С., Ковтун М.О. Сучасні засоби захисту суден від корозії. 52

Шаповалов К.А. Анализ остойчивости судна при спуске с продольного наклонного стапеля 53

Блюм Д.Ю. Щодо модульної концепції проектування та побудови барж 54

Швед М.В. Модернізація судна-навалочника 55

Секція № 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

Блінцов В.С. Науково-дослідний інститут підводної техніки – 25 років наукової, виробничої та освітньої діяльності. 56

Тимошенко В.Ф. CAD/CAE комплекс программ FREE!ship Plus/HydroNShip для проектирования судов и подводных аппаратов. 58

Егоров А.В. О применимости инновационных решений на конверсионных речных круизных пассажирских судах. 60

Егоров А.Г. Анализ круизного пассажирского флота. 61

Егоров Г.В. Определение зазора между гребным винтом и корпусом судна. 62

Егоров Г.В., Егоров А.В. Исследование надежности и риска эксплуатации наиболее эффективных сухо-грузных судов смешанного плавания «классических» проектов. 63

Егоров А.Г., Тонюк В.И. Демидюк А.В.Оценка заливаемости кранового несамоходного судна проекта CV03. 64

Егоров Г.В., Тонюк В.И Давыдов И.Ф. Методика определения надводного борта кранового несамоходного судна «открытого» типа на примере проекта CV03. 65

Егоров Г.В., Автутов Н.В., Егоров А.В. Концепт единой универсальной платформы технического флота на электротяге проекта BLV03. 66

Егоров Г.В., Тонюк В.И. Концепт танкера-химовоза со «сверхполными» обводами проекта RST27M. 68

Егоров Г.В., Егоров А.В., Калугин Я.В. Особенности модернизации и конверсии речных круизных пассажирских судов. 69

Егорова О.Г. Сравнение металлоемкости и класса судна смешанного плавания, спроектированного по Правилам различных классификационных обществ. 70

Нильва В.А. Особенности применения безразмерных унифицированных коэффициентов для оценки остаточной общей прочности корпуса наливного судна смешанного плавания. 71

Ефремова Н.В., Нильва А.Е. Особенности определения опытным путем геометрических характеристик погруженной части корпуса судов смешанного река-море плавания. 72

Давыдов И.Ф. Оценка влияния изменений формы корпуса контейнеровоза на мореходность. 74

Печенюк А.В. О развитии метода оптимальной трансформации носовой части судна**.** 76

Оберемок Е.Г. О точности калибровочных таблиц судовых танков. 78

Некрасов В.А., Ястреба А.П. Метод определения элементов смоченной поверхности корпуса быстроходного катера при экспериментальных исследованиях его ходкости. 80

Клева Я.А. Оценка показателей комфортности лоцманского катера на этапе концептуального проектирования. 84

Клочков О.П. Створення відеокомплексу самохідного прив'язного підводного апарата у якості об'єкта системного підходу на ранніх стадіях проектування. 87

Рутковский В.В. Проблемы непотопляемости судов с горизонтальным способом грузообработки и методы их решения. 88

Симутенков И.В. Прогнозирование ресурсов на ранних этапах проектирования судна. 89

Бурунiна Ж.Ю., Куценко П.С. Особливості проектування підводних комплексів з гнучкими зв'язками. 90

Кондратьєва Л.Ю., Тинянський М.І. Оптимізація головних елементів корабля берегової охорони морської економічної зони України. 91

Коростильов Л.І., Литвиненко Д.Ю. Напрямки подальшого удосконалення експериментально-теоретичного методу розрахунку втомної міцності суднокорпусних конструкцій. 93

Лугінін О.Є., Суслов О.О. Використання інформаційних технологій з оцінки міцності суден при постановці в сухий док. 94

Коростильов Л.І., Щедролосєв О.В., Клименков С.Ю., Кириченко К.В. Скінчено-елементний аналіз міцності плит палуби і днища залізобетонного понтону зі зменшеною кількістю набору. 95

Грабенко А.А., Коробанов Ю.Н., Кузнецов А.И. Анализ распределения Вейбулла при определении долговечности конструкций малых и скоростных судов. 99

Коростильов Л.І., Дядюра Є.Ю. Особливості визначення переміщень суднових перекриттів при згинанні з урахуванням деформацій зсуву. 100

Коростильов Л.І., Мартиченко Я.О. Особливості оцінки стійкості елементів суднових корпусних конструкцій в умовах одночасної дії декількох навантажень 102

Коростильов Л.І., Пірогов В.Ю. Порівняльний аналіз льодових навантажень. 103

Гейко С.П., Ковальчук Ю.О. Оцінка технологічних можливостей полімерних мікросфер expancel для створення композитних інтегральних конструкцій. 104

Хорольський М.С. Особливості створення гумотехнічних виробів для об'єктів суднового машинобудування на сучасному етапі..... 105

Кочанов В.Ю., Юреско Т.А. Нетоксичне антиобростаюче покриття для морських суден і стаціонарних споруд. 107

Копійка С.В. Механічні випробування тришарових пласких конструкцій при згинанні..... 108

Суслов С.В. Моделювання силових взаємодій у нелінійній динамічній системі судно - морське хвилеутворення..... 110

Ткаченко Ю.М., Морозан С.М. Вплив нахилу твірної оболонки гнучкої огорожі судна на повітряній подушці на напружено-деформований стан внаслідок дії додаткового навантаження. 111

Шарун Г.В., Ван Лей, Кьян Дзянг. О проектировании люковых закрытий транспортных судов. 113

Васильева А.В., Дедова А.А. Использование полного дифференциала функции нескольких переменных для решения некоторых задач..... 115

Коробанов Ю.Н., Цветкова А.С. Особенности швартовки лихтеров к судну носителю..... 116

Секція № 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М., Лабарткава О.В. Дослідження впливу додаткової обробки електродугових та плазмових покриттів на зносостійкість..... 118

Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М. Дослідження можливості отримання стабілізованої здрібненої полігонізаційної субструктури в напиленних покриттях..... 120

Дубова М.С., Черноусан А.В. Вплив деформування пресуванням на фізико-механічні властивості покриттів після передрекристалізаційної термічної обробки..... 123

Казимиренко Ю.О., Царан Ф.В. Технологічні передумови виготовлення шламбітумних композицій у лабораторних умовах. 124

Дубовий О.М. Перспективи наноструктурування промислових кристалічних матеріалів передрекристалізаційною термічною обробкою..... 126

Макруха Т.О. Вплив передрекристалізаційної термічної обробки на твердість та сталей У8. 129

Косторнов А.Г., Шаповал А.А., Шаповал І.В., Тітаренко Б.П. Теплопровідність металевих пористих матеріалів, призначених для суднових теплотрубних теплообмінників. 131

Довбенко М.Н. Переспективные направления повышения долговечности аксиально-поршневых гидромашин и экономия дефицитных материалов при их производстве..... 133

Квасницкий В.В., Квасницкий В.Ф., Матвиенко М.В., Ермолаев Г.В. Напряженное состояние сварных и паяных узлов из однородных материалов с мягкой прослойкой при осевой нагрузке. 134

Лебедев В.А., Драган С.В., Галь А.Ф., Новгородский В.Г. Регулирование скорости подачи электродной проволоки при сварке с периодическими короткими замыканиями дугового промежутка. 135

Labartkava Alexander, Labartkava Andrey, Karpechenko Anton, Bobrov Maksym, Matviienko Maksym **.** Research of kovar precise alloy creep curves for modelling of stress strain state pressure seals..... 137

Костін О.М., Мартиненко В.О., Ященко Ц.Р., ГладченкоД.С. Спосіб активації газового полум'я. 138

Спихтаренко В.В., Лой С.А., Матвиенко М.В. Моделирование напряженного состояния плазменных покрытий при испытаниях на отрыв и термостойкость..... 140

Лебедева Н.Ю., Казимиренко Ю.А. Демпфирующая способность плазменных и электродуговых покрытий..... 143

Секція № 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

Сербін С.І., Гачегов О.В. Дослідження аеродинамічної структури потоків у газотурбінній камері згоряння з впорскуванням водяної пари. 145

Горбов В.М., Мітєнкова В.С., Єлеонська О.С. Особливості забезпечення заходів безпеки на танкерах на зрідженому природному газі. 146

Горбов В.М., Соломонюк Д.М. О перспективах використання ГТУ складних циклів на морському транспорті. 148

Коробко В.В. Московко О.О. Числове моделювання розігріву матриці термоакустичного двигуна в процесі запуску. 149

Чередніченко О.К. Дослідження впливу характеристик палив на ефективність використання термохіміч-них технологій в енергетичних установках суден та об'єктів океанотехніки. 152

Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Галинкін Ю.М. Підвищення ефективності буксирів для річкових перевезень шляхом використання водневих паливних елементів у судновій енергоустановці. 154

Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О., Проскурін А.Ю., Митрофанов О.С. Покращення показників роботи дизельних двигунів шляхом використання малих домішок водню. 156

Кипреев Ю.Н. Обеспечение условий смазки в контактах плоских поверхностей. 157

Кипреев Ю.Н. Особенности проектирования планетарной передачи с плавающим водилом. 160

Личко Б.М., Єлеонська О.С., Осадчий І.В., Остапенко Б.Б., Шаволін О.С. Перспективні напрями вдосконалення пропульсивних установок транспортних суден. 161

Личко Б.М., Єлеонська О.С., Харитонов О.В., Кондратюк Д.М. Вдосконалення пропульсивної установки суховантажника дедвейтом 6940 Т за рахунок модернізації гвинторульового комплексу 162

Кісєтов Ю.В., Ратушняк І.О., Безлєпкін О.А., Кобецький І.І. Деякі організаційно-керівні питання зменшення аварій СЕУ. 164

Димо Б.В., Качанов С.С., Єлеонська О.С., Єпіфанов О.А. Термостабілізація роботи запальних плазмових свічок газотурбінних двигунів. 165

Кузнецов В.В., Кузнецов Г.В. Повышение скрытности кораблей класса корвет. 167

Патлайчук В.М., Касимов Р.М. Дослідження параметрів і вибір устаткування для магістрального газопроводу. 167

Патлайчук В.М., Орнацький О.О. Дослідження параметрів утилізаційної парової турбіни парогазової установки на основі газотурбінного двигуна потужністю 25 МВт. 168

Патлайчук В.М., Рамазанов Р.С. Особливості проектування газотурбінної ТЕЦ на основі агрегата потужністю 45 МВт. 169

Патлайчук В.М., Сердюк А.Є. Дослідження параметрів парогазової установки двох тисків з проміжним перегрівом пари. 170

Долганов Ю.А., Лимарь О.О., Лахтіонов В.О., Копилов М.І., Лосєв О.С. Використання конвективних елементів типу «SUNROD» для підвищення теплової та експлуатаційної ефективності суднової котельної установки. 172

Хоменко В.С., Греку М.В. Розрахункове дослідження залежності індикаторного ККД ДВЗ від коефіцієнта надлишку повітря в процесі згоряння палива. 173

Мисько В.О., Авдюнін Р.Ю. Аналіз впливу сучасних схем впорскування палива на якість процесу його згоряння та підвищення індикаторного ККД двигуна. 176

Пальчиков О.О. Моделирование работы синхронного генератора на сеть бесконечной мощности. 177

Пирисунько М.А., Макогончук В.О., Олареско О.Ю. Особливості використання газоподібних палив у суднових енергетичних установках. 179

Пирисунько М.А., Чабан Г.А., Проценко В.В. Аналіз використання вторинних енергетичних ресурсів у суднових енергетичних установках. 182

Пирисунько М.А., Брюхно В.Г., Горпинич Д.Ю. Анализ схем и параметров системы рециркуляции отработавших газов. 183

Шаповалов Ю.О., Семенов М.М. Розробка методики дослідження процесів горіння факелу методом електронної кореляційної спекл-інтерферометрії (ESPI). 185

Есин И.П., Садигли Нусрат Гудрапт оглы. Повышение энергоэффективности судовой энергетической установки контейнеровоза за счет использования теплоты наддувочного воздуха. 187

Єсін І.П., Український В.О. Аналіз застосування різних типів енергетичних установок на суднах постачальниках льодового плавання. 188

Калініченко І.В., Павлов О.В., Поліш В.В. Утилізація теплоти відхідних газів суднових МОД турбогенератором. 189

Коробєйнікова Н.В. Попередня енергетична оцінка ефекту термохімічної регенерації теплоти відпрацьованих газів двигуна. 190

Кузнецова С.А., Баштовой А.Р. Повышение эффективности СЭУ за счет комплексного использования теплоты вторичных энергересурсов ГД танкеров типа PANAMAX. 191

Кузнецова С.А., Домарацький Ю.Р. Підвищення ефективності СЕУ за рахунок використання теплоти вторинних енергоресурсів ДГ на балкерах типу PANAMAX. 192

Кузнецова С.А., Кисилев А.О. Анализ тепловых схем систем утилизации теплоты контейнеровозов дедвейтом 42000 т. 193

Кузнецова С.А., Овчаренко Ю.В. Уменьшение уровня шума системы газовыпуска дизель-генератора на балкере дедвейтом 83000т. 194

Кузнецова С.А., Чупрун Е.І, Кузнецов Г.В. Снижение теплового загрязнения окружающей среды на примере танкера дедвейтом около 40000 т. 194

Шефкед С.І., Свиридов В.І. Вібрація суднового обладнання її вимір та аналіз показників. 195

Москаленко В.В., Свиридов В.І . Визначення вібраційних показників та прогнозування залишкового ресурсу для підвищення надійності роботи насосних агрегатів. 196

Свиридов В.І. Підвищення ефективності вібраційної діагностики та аналіз параметрів сигналу вібрації насосного обладнання. 198

Рогачевський О.А., Свиридов В.І. Засоби визначення технічного стану насосних агрегатів. 199

Гуртовий В.І., Свиридов В.І. Засоби зниження шкідливих викидів вихлопних газів за допомогою системи EGR. 200

Калиниченко И.В., Глущенко Т.А., Моторный В.И. Анализ экономичности МОД с электронным управлением рабочего процесса. 202

Селезнёв С.Л. Прогрессивные системы электродвижения на грузопассажирских паромах Дамен. 204

Вассерман А.А., Слынько А.Г. Повышение эффективности двигателей внутреннего сгорания. 204

Секція № 5. ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Трушляков Є.І.,Радченко А.М.,Стахель А.А., Кантор С.А., Зубарєв А.А. Проектне теплове навантаження системи кондиціювання повітря і прирощення річного споживання холоду. 207

Талибли Р.Е., Хмельнюк М.Г. Холодоагенти сьогодні і в майбутньому**.** 208

Радченко А.М., Бутримович Д., Радченко М.І., Кантор С.А., Ткаченко В.С., Портной Б.С., Зубарєв А.А. Реалізація резерву холодопродуктивності абсорбційно-ежекторної холодильної машини при охолодженні повітря на вході енергетичної установки 211

Радченко А.М., Богдаль Л., Радченко Р.М., Кантор С.А., Портной Б.С. Використання охолоджувального потенціалу абсорбційної холодильної машини у бустерному повітроохолоджувачі на вході енергетичної установки. 213

Безродний М.К., Притула Н.О., Місюра Т.О. Термодинамічна ефективність утилізації теплоти вентиляційного і атмосферного повітря у теплонасосно-рекуператорній схемі опалення та вентиляції. 214

Безродний М.К., Притула Н.О., Ословський С.О. Термодинамічна ефективність теплонасосної схеми опалення та вентиляції з використанням теплоти ґрунту і вентиляційних викидів. 216

Вассерман А.А., Мальчевский В.П. Характеристики циклов холодильных установок при работе на хладагенте R134a. 217

Лабай В.Й., Довбуш О.М., Ярослав В.Ю. Ексергетична ефективність заміни холодильного агента R410A на R32 у SPLIT-кондиціонері. 218

Kirilov V.Kh., Osadchuk E.A., Titlov A.S. The search of energy-efficient operation mode of ammonia-water-absorption refrigeration machines 220

Балашов Д.А., Милованов В.И. Влияние включения нанофлюида TiO_2 в рабочее тело на работу холодильной машины. 222

Цой А.П., Грановский А.С., Бараненко А.В., Цой, Д.А. Компьютерная модель для технико-экономической оценки эффективности системы радиационного охлаждения. 223

Радченко А.М., Радченко Р.М., Кантор С.А., Портной Б.С. ,Ткаченко В.С. Реалізація резерву холодопродуктивності холодильної машини при охолодженні повітря на вході енергоустановки. 226

Портной Б.С. Проектні теплові навантаження повітроохолоджувачів на вході ГТУ в різних кліматичних регіонах України. 227

Корнієнко В.С. Ефективність використання водопаливних емульсій в когенераційних установках. 228

Радченко А.Н., Остапенко А.В. Система трансформации сбросной теплоты газовых двигателей с двухпоточной подачей обратного теплоносителя. 230

Радченко А.М., Грич А.В. Оцінка ефективності охолодження повітря на вході газопоршневих двигунів установки автономного енергозабезпечення комбінованою абсорбційно-парокомпресорною холодильною машиною. 232

Радченко Р.Н., Калиниченко И.В., Зубарев А.А., Богданов Н.С., Ефремов В.И. Эжекторная холодильная машина с бустерным тепловым насосом для охлаждения воздуха утилизацией теплоты судовой энергоустановки. 234

Радченко Р.Н., Калиниченко И.В., Барановський С.П., Шалашов І.Є. Теплонасосні технології утилізації теплоти суднових ДВЗ. 235

Калініченко І.В., Сидорова В.І. Можливість використання теплового насосу для теплопостачання житлових та громадських будівель. 237

Ярошенко В.М. Енергетична ефективність холодильних циклів з рекуперативними процесами проміжного тиску. 239

Білецький Е.В., Петренко О.В. Теоретичні дослідження течії ньютонівської рідини при перехідному гідродинамічному режимі. 241

Кобалава Г.О. Проміжне охолодження циклового повітря в газотурбінних установках. 244

Коновалов Д.В., Кобалава Г.О. Аналіз технологій охолодження циклового повітря в газотурбінних установках. 246

Бушманов В.М., Когут В.Е., Жихарева Н.В. Учет деформации поверхности капли на процесс тепломассообмена. 247

Стоянов П.Ф, Мирний В.С., Єршов В.О. Дослідження та аналіз енергоефективності конденсаторів з повітряним охолодженням. 249

Буданов В.О. Холодильні спіральні компресори. 250

Якушенко Є.М. Аналітичний огляд різноманітних способів отримання кріогенних температур. 253

Данько В.П. Перспективы использования тепломасообменных аппаратов с подвижной насадкой для систем жизнеобеспечения. 255

Радченко Р.Н., Калиниченко И.В., Злотковский О.О., Залепеев Д.Н. Повышение теплового потенциала воды системы охлаждения ДВС тепловым насосом с получением пара на судне. 256

Радченко Р.М , Калиниченко І.В., Богданов Н.С., Зельгін А.А. Утилізація теплоти системи теплофікації ежекторною тепловикористовуючою холодильною машиною для охолодження повітря на вході суднової енергоустановки. 258

Лытош Е.В., Дорош В.С. Электрические потери герметичных компрессорных агрегатов судового оборудования кондиционирования воздуха. 259

Луняка К.В., Клюєв О.І., Русанов С.А., Луняка Л.А. Оцінка ефективності роботи кожухотрубного теплообмінного апарату. 261

Дорошенко А.В., Демьяненко Ю.И., Иванова Л.В., Гончаренко А.С. Испарительные низкотемпературные водо- и воздухоохладители для холодильных и кондиционирующих систем. 264

DoroshenkoA., Gogol N., DemianenkoY., Guangming Chen, Shestopalov K. Solar absorption systems with heat and mass transfer apparatus with fluidized bed packing. analysis and perspectives. 266

Яковлев Ю.О., Яковлева О.Ю., Туманський В.І. Аналіз перспектив підвищення ефективності поршневих холодильних компресорів. 269

Секція № 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

Ремешевська І.В., Двигун В.І., Семенова В.В. Аналіз показників роботи системи очистки лляльних вод МФ ДП «АМПУ» (адміністрації Миколаївського морського порту). 272

Штейн П.В. Происшествия на море: проблемы правового урегулирования последствий. 273

Трохименко Г.Г., Ахмедова В.Р. Розробка технологічної схеми очищення води від нітратів на основі використання аніонообмінних фільтрів. 276

Копійка С.В., Чибінєєв В.В. Задачі оперативного інформування в умовах техногенних, екологічних та військових загроз. 277

Гурець Н.В., Шмаркова А.О. Формування процедур екологічної програми в управлінні проектами екологічного менеджменту. 279

Личко Б.М., Ремешевська І.В., Гіржев І.В. Дослідження впливу експлуатації морського транспорту на водні ресурси. 280

Кельїна С.Ю., Личко О.І. Оптимізація фотокаталітичної методики окиснення на прикладі визначення ХСК. 281

Маринець О.М., Котова М.С. Заходи щодо підвищення рівня безпеки на шламосховищах ТОВ «МГЗ» 282

Радионов А.В., Шевцов А.П. Оценка рисков техногенной безопасности опасных производств при использовании магнитожидкостных герметизирующих комплексов. 282

Тимченко І.В., Калюжина І.Є. Комп'ютерна система екологічного моніторингу надзвичайних ситуацій в портових комплексах. 284

Маркіна Л.М., Баришникова В.П. Забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів. 285

Маркіна Л.М., Мороз Н.С. Забезпечення екологічної безпеки при сортуванні відходів. 287

Valevskaya L., Ovsyannikova L.K. Ukraine's ecological safety is a component of national security. 288

Мозговой А.М., Шевцов А.П. Влияния пористости и структуры материалов на шумность судовых энергетических установок. 290

Благодатний В.В., Магась Н.І., Демченко А.В., Ігнатов С.Д. Розробка заходів з підвищення екологічної чистоти виробництва медичних засобів. 291

Благодатний В.В., Статовський І.В., Галькевич О.С. Розробка заходів з утилізації відпрацьованих мастил. 291

Секція № 7. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

Зайцев В.В., Зайцев Вал. В., Зайцев Д.В., Лукашова В.В., Зайцева О.Н. Ледокольная платформа на воздушной подушке. 293

Король Ю.М., Дудченко О.Н., Корнелюк О.Н. Разработка и использование программного обеспечения для мульти параметрической генерации 3D моделей гребных винтов. 296

Соломенцев О.И. Об исходных предпосылках расчёта вероятности опрокидывания судна. 298

Соломенцев О.И. О двух постановках задачи определения вероятностей отказов по технической устойчивости судна, расположенного лагом к ветру и к нерегулярному волнению 301

Соломенцев О.И. О двух постановках задачи определения вероятностей отказов по предельной устойчивости судна, расположенного лагом к ветру и к нерегулярному волнению. 303

Трунин К.С. Совершенствование проектирования морских подводных систем с гибкими связями на основе компьютерной модели их динамики. 306

Соломенцев О.И. О влиянии хода на демпфирование бортовой качки судна с аутригерами. 308

Соломенцев О.И. Передаточная функция бортовой качки судна при линейно-квадратичном демпфировании. 311

Соломенцев О.И. О структуре дифракционной части возмущающего момента при бортовой качке для однокорпусных и двухкорпусных судов. 314

Зинкин В.Н., Зубченко Р.Н. Экранопланы – инновационные высокоэффективные носители средств океанотехники различного назначения. 316

Король Ю.М., Боднарчук Ю.С. Влияние локального регулятора распределения давления на различных объектах. 319

Король Ю.М., Санжаревская Н.Г. Использование многопараметрической математической модели для определения буксировочного сопротивления в задачах оптимального проектирования судов. 320

Уваров В.А., Авдюнін Р.Ю., Єложенко О.О. Устрій та спосіб підвищення контактно-кавітаційної стійкості гребних гвинтів. 321

Кривощеков В.Е. «Человеческий фактор», который везде, всегда и во всём. 321

Секція № 8. ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

Блінцов В.С., Білюк І.С. Сучасний стан та перспективи створення хвильових електростанцій 323

Павлов Г.В., Вінниченко І.Л., Покровський М.В. Експериментальні випробування резонансного перетворювача частоти з часо-імпульсним керуванням. 324

Білюк І.С., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М.,Савченко О.В., Борсук В.В. Проблеми бездатчикових електроприводів. 326

Блінцов О.В., Соколов В.В. Імітаційна модель динаміки просторового руху безекіпажної підводної буксируваної системи як об'єкта керування. 328

Блінцов О.В., Корицький В.І. Автоматичне керування прив'язним підводним апаратом з чотирма керованими ступенями рухливості. 331

Бугрим Л.І., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М., Савченко О.В., Швець С.М. Коригування глибокорегульованих електроприводів постійного струму 333

Бугрим Л.І., Шарейко Д.Ю., Ставинський Р.А.,Савченко О.В., Горностай Л.О. Підвищення ефективності електроприводів з двигунами подвійного живлення. 336

Гаврилов С.О., Білюк І.С., Бугрім Л.І. Особливості сучасної практичної підготовки фахівців-електромеханіків в Національному університеті кораблебудування ім. адм. Макарова. 338

Гаврилов С.О., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М., Савченко О.В., Богаченко М.Ю. Стабілізація нелінійних електроприводів. 340

Авдєєва О.А., Ванат Д.Б. Аналіз способів енергоресурсозбереження в насосних агрегатах 342

Надточий А.В., Надточій І.І., Мошенський Є.А. Автоматичні вітрильні установки для безекіпажних надводних суден. 345

Надточий А.В., Удод С.В., Міхєєнко В.В. Проблеми створення Li – акумуляторних батарей великої потужності. 346

Надточій В.А., Магріпов А.В., Тулінов Д.С. Безредукторний електропривод. 347

Надточій В.А., Крохмаренко О.О., Німас С.С. Стенд для дослідження безредукторного електропривода. 349

Алоба Лео Тосин. Разработка специализированного моделирующего комплекса для исследования управляемого движения группы АНПА. 352

Новогрецкий С.Н., Старушкин А.А. Обеспечение заданной степени статической устойчивости работы синхронного генератора на мощную сеть. 355

Пальчиков О.О. Моделирование работы синхронного генератора на сеть бесконечной мощности. 356

Подымака В.И., Солдатов С.В. Бесщеточный синхронный генератор продольно-поперечного возбуждения. 357

Савченко О.В., Білюк І.С.,Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю., Ольшевський С.І. Блок живлення лабораторного стенда. 358

Савченко О.В., Білюк І.С., Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю.,Ольшевський С.І. Система керування кроковими двигунами промислових роботів. 360

Білюк І.С., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М., Савченко О.В., Різник В.О. Нечітке керування електроприводів камер спостереження. 361

Шевченко М.В. Аналіз недоліків керування суднових електроенергетичних систем та шляхи їх подолання. 363

Сірівчук А.С. Розробка математичної моделі руху автономного підводного апарата з радіобуєм. 366

Войтасик А.М. Натурні випробування електрорушійного комплексу макету вантажного самохідного підводного носія. 368

Волянська Я.Б., Підлубний Д.О., Андреєв О.О., Бондаренко П.С., Нарінян Р.О. Сучасні напрямки розвитку електроприводів суднових ліфтових підйомних механізмів. 370

Волянський С.М., Біленький О.О., Сливка А.А., Глушко В.М., Ордынцев О.С Вдосконалення конструкції безредукторної лебідки з поліпшеними динамічними та енергетичними показниками. 372

Алоба Л.Т., Грудініна Г.С. Математичне моделювання системи автоматичного керування автономним ненаселеним підводним апаратом як агентом групи. 373

Жук Д.О., Осадченко Ю.В., Кіпень М.С., Корнілов В.С., Савченко О.В. Визначення ефективності демпфуючих пристроїв як засобів підвищення якості електроенергії в суднових елекроенергетичних системах. 375

Костенко Д.В., Трибулькевич С.Л. Особливості вибору конденсатору ланки постійного струму аін з шім. 379

Фролов О.М., Божок Я.О., Лущик В.М . Схема управления 4-х фазным БДПТ с высокой стабильностью частоты вращения внутри одного оборота. 382

Шевченко В.В., Береговий Б.Ю., Поделяк С.В. Розробка та впровадження альтернативного джерела – вітрогенератора на морських суднах. 384

Секція № 9. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОМИСЛОВОСТІ, ОСВІТІ ТА СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ

Приходько С.Б., Кудін О.О. Нелінійна регресійна модель на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сімейства S_B. 387

Приходько С.Б., Кизима В.С., Приходько А.С. Інформаційна технологія для оцінювання розміру програмного забезпечення JAVA-систем з відкритим кодом за рівнянням нелінійної регресії. 388

Савіна О.Ю., Маркіна Л.М. Ідентифікація ризиків портфеля наукомістких проектів підприємства з утилізації відходів за технологією «екопірогенезіс». 389

Бурунсуз К.С. Механізм управління проектами зі створення енергетичних комплексів з плазмохімічними елементами на стадії їх ініціації 391

Модестов М.О., Приходько С.Б. Розпізнавання клавіатурного почерку користувача використовуючи еліпс передбачення 393

Михелєв І.Л., Варзарь С.О. Аналіз мобільних платформ та видів розробки мобільних додатків під ці платформи. 394

Пономаренко Т.В., Фролов К.А. Використання теорії не-факторів в задачі бінарної класифікації. 395

Пономаренко Т.В., Сізов К.В. Дослідження ефективності застосування розподілених обчислень за допомогою Raspberry Pi у побудові розподілених кластерів. 399

Гайда А.Ю., Фарионова Т.А., Слободян С.О. Управление динамическими системами на основе нейросетевых моделей. 400

Конотоп Д.І. Створення та супроводження узагальненої моделі складних технічних об'єктів. 402

Makarova L.M., Andreeva A.S. Information technology for size estimation of web-applications implemented in Java 405

Макарова Л.М., Албул Р.М. Удосконалення інформаційної технології для оцінювання кількості дефектів програмного забезпечення. 406

Макарова Л.М., Глумаков О.В. Програмне забезпечення інформаційної технології для оцінювання часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі 407

Олейников Д.В. Дослідження методів послідовних моделей і прогнозування та розробка системи підтримки прийняття рішень «Домашній комірник» 408

Дрозд А.Ю. Використання методу кластерного аналізу для оцінки попиту на товар в мережі комісійних магазинів. 409

Knyrik K.O., Knyrik N.R., Mykheliev I.L. Choosing software architecture for mobile systems 411

Михалько Я.О. Удосконалення математичної моделі оцінювання кількості рядків коду ігрових програм на Java, та розробка програмного забезпечення для її реалізації. 412

Секція № 10. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

Парсяк В.Н., Жукова О.Ю., Парсяк К.В. Індустрії 4.0: ключові вияви у суднобудуванні. 413

Парсяк В.Н. Дрес-код як складова корпоративної культури закладу вищої освіти. 414

Єфімова Г.В., Пащенко О.В. Адаптація організаційно-управлінської системи підприємства до змін в ринковому середовищі. 416

Погорєлова О.В., Балаценко О.Г., Міронова А.С. Еколого-економічний аналіз в системі управління суднобудівним підприємством. 417

Parsyak Y.W. Sicherheit als bedeutender Wert des modernen Lebens. 419

Поткін О.О., Фатєєв М.В. Структурно-функціональний синтез логістичної системи суднобудівного кластеру. 420

Ратушняк Л.П. Імітаційна модель оцінки ризику корпоративної інформаційної системи (КІС). 421

Карась П.М., Приходько Н.В., Зінченко А.І. Фінансові важелі підтримки діяльності підприємств суднобудування України. 422

Марущак С.М. Моделювання та прогнозування в системі економічної безпеки підприємства. 424

Прокопович Л.Б., Коновалова С.Ю. Проблеми нормативної бази з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості. 426

Рогов В.Г. Прогнозування інфляції підприємствами суднобудування України 428

Шевчук С.Ю., Прокопович Л.Б. Питання сутності управлінського обліку. 431

Поткін І.О. Просторове планування в механізмах розвитку систем внутрішнього водного транспорту. 433

Усенко О.О. Фінансові інтереси, чинники та загрози в системі фінансової безпеки суб'єкта господарювання. 434

Запорожець І.М., Трушлякова А.Б., Напованець Н.В. Інформаційні технології в управлінні логістичними функціями суднобудівних кластерних систем. 436

Карась П.М., Приходько Н.В., Зінченко А.І. Фінансово-інноваційна складова антикорупційного забезпечення системного піднесення економіки моря. 438

Ищенко Е.А. Кластерная интеграция приморских регионов. 440

Мандра О.Є. Маркетинг B2B: сутність та особливості. 442

Волосюк М.В. Пріоритетні напрями розвитку портової галузі України. 443

Секція № 11. ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

Бобіна О.В. Якість освіти: історія і сучасність. 445

Жуков Ю.Д., Гордеев Б.Н., Емец Н.А., Кудин О.А. Повышение качества практической подготовки специалистов в области корабельной инженерии. 446

Мозговий А.М., Ратушняк І.О. Особливості вступної кампанії 2018 року. 448

Кувалдіна О.В. Математичне модулювання біомеханічної системи пілот-крісло для визначення оптимального положення для досягнення більш ефективного результату. 449

Тубальцева Н.П., Фатєєв М.В., Тубальцев А.М. Розвиток андрогогічної освіти в сучасних умовах. 451

Щедролосєв О.В., Коновалова Г.В. Підвищення екологічної культури та освіти з метою професійної підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти. 453

Костирко Т.М., Бондар І.В., Корольова Т.Д., Жигалкіна М.С. Дослідження результативності наукової та науково-методичної діяльності Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова у сфері суднобудування та суміжних галузях. 455

Гарбар І.В., Петрович Л.І., Гарбар А.І. Інтерактивні форми і методи навчання у закладах вищої освіти. 457

Патлайчук О.В., Патлайчук О.В. Особливості реалізації концепції дуальної освіти в вітчизняних ЗВО. 458

Трибулькевич К.Г. Психологічна безпека у закладі вищої освіти: технологія виходу з конфліктної ситуації. 460

Бараненко Д.В. Методика правового аналізу кримінального правопорушення. Поняття, види, підстави та принципи кримінально правової кваліфікації. 462

Бєлоусова С.М., Шевченко Д.О., Давиденко О.Б. Шляхи активізації навчальної діяльності студентів при вивченні іноземної мови. 464

Бойко Л.М. Актуальні проблеми іншомовної підготовки інженерно-технологічних фахівців. 465

Кириченко С.В. Роль іноземних мов у формуванні професійної культури студентів технічних ЗВО. 466

Міняйлова А.В. Актуальні проблеми викладання англійської мови для науково-технічних цілей: презентація графіків, діаграм, таблиць. 467

Shlyakhtina O.S. Benefits of Project Work in Teaching English to Marine Engineering Students. 469

Сміліченко Я.Б., Черткова Н.Ю. Підготовка студентів-економістів до ЗНО з іноземної мови для вступу на другий (магістерський) рівень вищої освіти. 471

Задорожна Т.П. Змішане навчанння у вивченні іноземних мов в немовних закладах вищої освіти: сучасні тенденції розвитку. 473

Калініченко І.В., Бурдейний О.В., Кривенький В.В. Впровадження комп'ютерних систем керування суднових енергетичних установок у навчальному процесі Херсонської філії НУК. 475

Smuhliakova M.K., Kiselyova T.V., Fatieieva V.H. The peculiarities of presenting new lexic in ESP classes. 476

Савченко О.О., Сорокіна Т.М. Role-play technique in the ESP lesson. 478

Юрченко І.В., Ступак О.П. Проблема формування технологічної компетентності у професійній підготовіці інженерно-технічних фахівців. 479

Торубара В.В. Локус контроля и варианты поведения персонала. 482

Секція № 12. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ

Ломакіна О.А., Дубинський О.Ю. Правовий режим суб'єктів договору доступу портового оператора до причалу. 483

Сандюк Г.О., Рябчиков П.С. Створення морської адміністрації України: вплив на правовий статусу капітану порту в Україні. 485

Федоренко Т.М. Структура принципу права. 487

Дмитриченко І.В., Дмитриченко Д.І. Особливості правового інституту мирного проходження суден у територіальному морі прибережних держав. 488

Lomzhets Yuliia. International Sale Contract: Key Clauses. 492

Сікорський О.П. Капітан судна як суб'єкт кримінального провадження. 494

Сандюк Г.О., Панченко С.В. Новели законодавства України щодо арешту морських суден. 496

Джулай Г.Г. До питання про порядок укладення трудового договору з роботодавцем фізичною особою. 497

Максимчук М.Ю., Ломакіна О.А. Правове регулювання режиму портів в Україні та ЄС. 499

Горбова Г.О., Войденко Є.В. Режим «вільної практики» як пріоритетний напрямок організаційного розвитку митних процедур. 501

Горбова Г.О., Ковальчук А.М. Засоби підвищення ефективності механізмів імплементації актів Міжнародної морської організації. 502

Karimberdyiev Roman, Sandiuk Hanna. Ship Agency and use of the Port community System (PCS) in Relations With the Port Authorities in the Mykolayiv Seaport. 504

Козирєва І.О., Козирєв Є.О. Проблема встановлення морських кордонів України. 505

Тригуб О.В. Щодо новел процесуального законодавства відносно альтернативних способів вирішення спорів в Україні. 507

Аманов Р. Международно-правовое регулирование иностранных инвестиций. 509

Клименко М.С. Перспектива розвитку законодавства України щодо безпеки перевезення вантажів водним транспортом. 510

Ходжаев Я. Источники морского права Туркменистана. 511

Секція № 13. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Харитонов Ю.Н., Афанасьев О.В., Грешнов А.Ю. Основные задачи информационного обеспечения проектов развития портов.....514

Голеншин В.В, Харитонов М.Ю., Варшамов А.В. Оценка влияния проектной продолжительности «межрабочего» периода ДВС на массогабаритные характеристики тепловых аккумуляторов. 515

Дворник А.А., Харитонов Ю.Н. Основные направления развития «МСП НИКА-ТЕРА». 517

Харитонов Ю.Н., Скороход А. Развитие железнодорожной инфраструктуры портов. 518

Борцов А.С., Шевцов А.П. Снижение массогабаритных показателей контактного конденсатора за счет эффективности влагоотделения. 518

Поздняков А.В., Шевцов А.П. Оценка взрыво- и пожаробезопасности при перегрузке зерна в морских портах методом имитационного моделирования. 520

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Барабанова Ю.Е., Бондаренко Т.В. Трансформация логистической схемы перевозки грузовых контейнеров морем.....522

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Галицкая О.Д., Байкулов Ш. Логистическая схема подводного хранения нефтепродуктов под водой.....523

Казарєзов А.Я., Галь А.Ф., Марциновський М.А. Виробнича логістика як фактор забезпечення конкурентоспроможності виробничих підприємств. 523

Казарєзов А.Я., Галь А.Ф., Киржеу С.С. Управління ланцюгами постачання торговельних мереж. 524

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Балинский Д.М., Пономарев Д.В. Проект мостового перехода как элемента логистической системы. 525

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Сумара А.А. Логистическая система управления транспортом городской инфраструктуры. 526

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Мельниковский В.А., Поливода И.А. Сравнительный анализ мостового перехода и паромной переправы. 527

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Попова М.М., Юшенкова Ю.А. Логистическая система обработки таможенных документов морского порта. 527

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Тертыченко К.С., Колесник В.Ю. Логистическая система хранения грузов под водой. 528

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Барабанова Ю.Е., Трусов М.А. Проектный подход к созданию команды в транспортной логистике. 529

Каримбердыев Р.В., Шевцов А.П. Энергоэффективность объектов морской инфраструктуры с возобновляемыми источниками энергии.....531

Жадик А.Н., Шевцов А.П. Постановка задачи имитационного моделирования эксплуатации речной транспортной системы. 532

Шевцов А.П. Разработка аэрозольных градиентных технологий для систем жизнеобеспечения судов и их энергетических установок. 534

Секція № 14. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РИБОПРОМИСЛОВОГО ФЛОТУ ТА ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Томчик О.М., Хмельнюк М.Г., Гоголь М.І. Підвищення енергетичної ефективності роботи холодильного обладнання при зберіганні соковитої рослинної сировини. 536

Титлов А.С., Тюхай Д.С., Титлова О.А., Березовская Л.В., Адамбаев Д.Б. Разработка энергосберегающих способов управления абсорбционными холодильными аппаратами. 538

Титлов А.С., Крушенко Г.Г., Решетникова С.Н., Толстопятов М.И. Повышения качества поверхности литых судовых винтов. 540

Томчик О.М., Хмельнюк М.Г., Гоголь М.І., Ольшамовський В.С. Ефективність зберігання соковитої рослинницької продукції в упаковках з підвищеною тепловою інерційністю та акумулятивною здатністю.....545

Константинов І.О., Хмельнюк М.Г. Дослідження теплових навантаженнь торгівельного холодильного обладнання. 547

Холодков А.О., Титлов А.С., Приймак В.Г., Гратий Т.И. Моделирование тепловых режимов дефлегматора комбинированного абсорбционного холодильного прибора. 550

Магурян Н.С., Тітлов О.С., Мазуренко С.Ю., Возиянов А.И. Розробка холодильних агрегатів на низькопотенціальних джерелах теплової енергії для систем отримання питної води з атмосферного повітря..... 552

Васылив О.Б., Титлов А.С. Разработка высокоэффективных утилизаторов тепла с промежуточным теплоносителем. 554

Selivanov A.P., Titlov A.S. Problems of development of seasonal household Refrigerator. 555

Биленко Н.А., Титлов А.С., Осадчук Е.А. Методика определения термодинамической эффективности абсорбционных холодильных установок на основе анализа эксергетических потерь в их элементах. 558

Дьяченко Т.В., Титлов А.С., Артюх В.Н., Алнамер Абделкадер. Анализ пароэжекторной и абсорбционной холодильных установок для охлаждения технологического газа и получения жидкого углеводородного топлива. 559

Фуркало С.В. Характеристика неисправностей холодильного оборудования на малых предприятиях торговли. 561

Остапенко А.В. Повышение эффективности утилизации сбросного тепла когенерационных газовых модулей абсорбционными бромистолитиевыми холодильными машинами. 563

Семенюк Д.П. Процес заморожування культивованих грибів та його апаратурне оформлення. 565

Зімін О.В., Сливинська М.В., Середюк Р.В. Використання бінарного льоду для попереднього охолодження риби на суднах. 568

Овсянникова Л.К. Актуальні аспекти післязбиральної обробки і зберігання дрібнонасіннєвих культур. 569

Тітомир Л.А., Данилова О.І. Інноваційні та соціальні складові в управлінні проектами індустрії гостинності. 571

Воинов А.П., Самохвалов В.С., Корниенко В.С., Котик К.А. Твердое топливо в структуре топливного баланса энергетики украины. Аналитико-управленческий аспект. 574

Грич А.В. Оцінка ефективності системи зонального кондиціювання машинного залу установки автономного енергозабезпечення в зимовому режимі. 576

Потапов В.О., Семенюк Д.П. Моделювання несиметричного процесу контактного заморожування харчових продуктів. 577

Волчок В.О., Савченко Д.А. Технологічні та екологічні аспекти спалювання лузги соняшника. 580

Данилова О.І., Решта С.П. Комплексна переробка мікробіальної сировини із отриманням БАД. 582

Петушенко С.Н., Титлов А.С., Устенко Р.А. Экспериментальные исследования низкотемпературной обработки мелкосеменных культур. 584

Козонова Ю.О. Розробка технології солодких льодів для вагітних 585

Евфимко К. Д., Шаповал Н. А., Коваль С. С. Исследование микроструктурного коэффициента температурного расширения 587

Павлов Д. Д. Перспективы применения слоистых композитов системы TI/AL 588

УкрОборонПром
Державний концерн

Дослідно-проектний
центр кораблебудування
Державне підприємство

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ

Проектування бойових надводних кораблів і катерів, допоміжних суден і спеціальних плавучих споруд

Проектне забезпечення модернізації діючих бойових надводних кораблів і катерів

Дослідження в галузі морського озброєння та кораблебудівних наук


DNV·GL
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE
State Research & Design Shipbuilding Centre (Mykolayiv)
ISO 9001:2015

Науково-технічні послуги в галузі військового кораблебудування;

Технічний супровід й авторський нагляд за будівництвом кораблів











Державне підприємство «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
пр. Героїв України 1-Е, м.Миколаїв, 54025, Україна
тел.: +38 (0512) 766 521, факс: +38 (0512) 766 520
e-mail: office@srdsc.com www.srdsc.com

amico.ua

Полиметрические системы САДКО

более 20 лет надежной работы

Группа компаний АМИКО является одним из передовых и быстроразвивающихся поставщиков систем автоматизированного контроля-управления сложными процессами и производствами в различных отраслях нефтяной, газовой, химической, перерабатывающей, энергетической и судостроительной промышленности. История группы представляет собой цепь прорывных инноваций, охватывающих последние 20 лет. Обслуживая более 70 объектов в Украине и за рубежом, АМИКО занимает одну из лидирующих позиций на рынке систем дистанционного контроля параметров жидких и сыпучих сред, как на берегу, так и в море. Предприятия группы АМИКО наиболее известны своими системами автоматизированного дистанционного контроля (мониторинга и управления) серии САДКО™, запатентованными в целом и поэлементно в архитектуре, которая сохранила все наработки, начиная с 1993 года в ходе эволюции технических решений и модернизации электронных компонентов и программных платформ.



Системы САДКО обеспечивают

- оперативный дистанционный контроль параметров количества и качества жидких и сыпучих грузов (объем, масса, уровень, раздел сред, температура по высоте столба жидкости, плотность и т.п.). Контролю подлежат любые жидкости: нефтепродукты (бензин, дизтопливо, мазуты, масла, сжиженные газы), агрессивные жидкости (химические растворы, щелочи, кислоты); жидкости, имеющие высокую температуру и находящиеся под высоким давлением; загрязненные жидкости (льяльные воды) и т.д.;
- контроль техногенных производств с выдачей аварийных сигналов при достижении максимального и минимального допустимого уровня наполнения резервуаров с технологическими жидкостями, превышения температуры продукта, нарушения режима хранения и т.п.;
- индикацию наличия подтоварной воды в емкостях хранения нефтяных продуктов и газа;
- повышение экологической и экономической безопасности объекта путем предотвращения перелива в резервуарах, а также предотвращения пожароопасных ситуаций в зернохранилищах;
- управление доковыми операциями с контролем уровня воды в балластных отсеках, осадки, крена и дифферента, прогиба и перегиба корпуса;
- обеспечение надежности докования, уменьшение затрат времени и ресурсов, что повышает безопасность и сокращает время проведения работ.

Принцип действия

Принцип действия систем серии САДКО базируется на методе импульсной полиметрии.

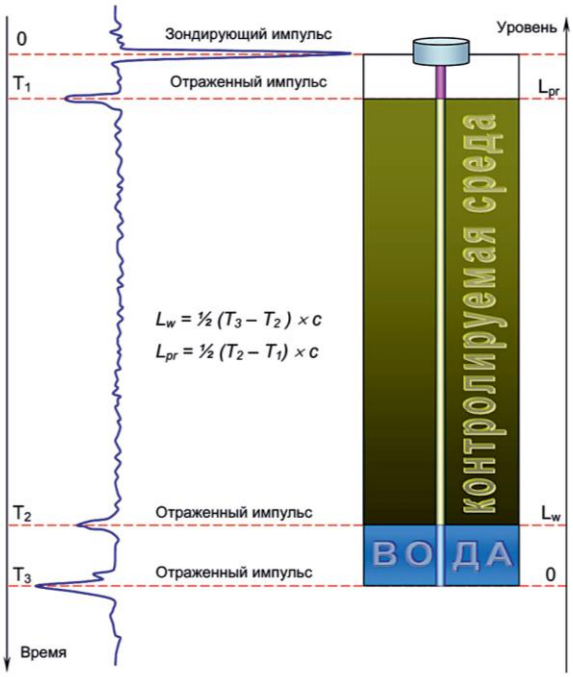
Короткий импульс напряжения передается в измерительную линию специальной конструкции. Электромагнитный импульс распространяется вдоль кабельной линии и частично отражается от каждой границы разделения сред (воздух-нефть, нефть-подтоварная вода, дефект в кабеле и т. п.).

Отраженный сигнал возвращается через ту же кабельную линию и обрабатывается программно.

Время возвращения отраженного сигнала есть функция уровня.

Программные средства обеспечивают обработку, хранение и отображение текущей информации.

Программное обеспечение выполняет обработку, хранение и отображение текущей информации, возможность выдачи информации сторонним потребителям. Оператор имеет возможность наблюдать за состоянием объекта в диалоговом режиме и оперативно реагировать в случае аварийной или внештатной ситуации.



Технические характеристики

Диапазон измерения уровня, м	от 0,2 до 30
Границы допустимой основной погрешности измерительных каналов уровня в диапазоне измерения от 0,2 до 15 м не более, %	±0,025
Разрешающая способность, мм	1
Погрешность расчета массы продукта не более, %	±0,35(*)
Диапазон измерения температуры, °С	от –30 до +125
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения температуры: в диапазоне от –10 до +80 °С, не более °С в диапазоне от –30 до –10 °С и от +80 до +120 °С, не более °С	 ±0,5 ±1

Преимущества и особенности

- возможность работы с любыми средами: сжиженными, под высоким давлением, охлажденными, агрессивными, продукцией пищевой промышленности (высокие требования к гигиене производства);
- взрывозащищенное исполнение;
- нечувствительность к изменению параметров внешней среды (колебания температуры, давления, наличие пены, изменение плотности продукта);
- выгодное отличие от аналогов по стоимости, техническим и метрологическим показателям;
- простота и надежность элементов и системы в целом, отсутствие подвижных частей (срок безаварийной эксплуатации систем САДКО на объектах заказчиков уже превысил 15 лет);
- гарантийное и послегарантийное обслуживание;
- высокий уровень ремонтопригодности обеспечивается блочной заменой элементов;
- возможность интеграции с любыми современными средством автоматизации;
- возможность предоставления доступа к архиву данных по параметрам продукта и состоянию резервуаров за весь срок их эксплуатации (в том числе через интернет).



Системы серии САДКО

- запатентованы в России и Украине;
- сертифицированы Госстандартом Украины, Российским Морским Регистром Судоходства, Госкомнадзорохрантруда Украины, Донецким испытательным сертификационным центром взрывобезопасности.

Группа компаний АМИКО©

54030, Украина, г. Николаев, ул. Спасская, 1
тел.: +38(0512)37-78-39, тел./факс: +38(0512)37-78-11
e-mail: info@amico.ua

Одесса
ул. Тенистая, 15
г. Одесса, Украина, 65009
тел.: +380 (482) 34-79-28
факс: +380 (482) 35-60-05
e-mail: office@meb.com.ua
www.meb.com.ua

МОРСКОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ БЮРО

Санкт-Петербург
ул. Мира, 15/1, офис 76Н
г. Санкт-Петербург, Россия, 197101
тел.: +7 (812) 233-64-03 / 232-85-38
факс: +7 (812) 309-59-39
e-mail: meb@peterlink.ru

ПРОЕКТ RSD49

Сухогрузное судно дедвейтом 7143 тонн класса «Волго-Дон макс»

Заказчики — ОАО «Северо-Западное пароходство», судоходная компания «Аншип»

Заводы-строители — Невский Судостроительно-Судоремонтный завод, Астраханский судостроительный завод «Лотос» (построено в 2012–2014 годах 8 судов, всего в постройке 12 судов)









www.meb.com.ua

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

IX міжнародна науково-технічна конференція

18-19 жовтня 2018 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Героїв України, 9

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ
(українською, російською, англійською і німецькою мовами)

Відповідальний за випуск В. С. Блінцов
Комп'ютерна верстка В. В. Торубара

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк. 70,3. Тираж 100. Зам. № 187

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
e-mail: publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.