МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

# ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

**VI Міжнародна науково-технічна конференція**

присвячена 95-річчю
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

24–27 вересня 2015 р.

*Національний університет кораблебудування*
*імені адмірала Макарова,*
*просп. Героїв Сталінграда, 9*

## МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
НУК, 2015

УДК 001.895:629.5
І-66

## ОРГАНІЗАТОРИ:

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Академія наук суднобудування України
Національна академія наук України
Міжнародна академія морських наук, технологій та інновацій
Миколаївська обласна державна адміністрація
Морське інженерне бюро
ООО «Залив Шип Дизайн»
Royal Institute of Naval Architecture
Institute of Marine Science, Technology and Engineering
Південний науковий центр НАН України
Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України
у Миколаївській області
Університет науки і технологій, м. Цзянсу, КНР
Малек-Аштарський університет технологій
Royal Institute of Naval Architecture
HITACO ltd.

**Матеріали публікуються за оригіналами, які представлені авторами. Претензії щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.**

**Відповідальний за випуск**
Блінцов Володимир Степанович

І-66 **Інновації** в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : НУК, 2015. — 516 с.

У збірнику представлені матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Розглянуто інновації в технологіях суднобудування та суднового машинобудування, засоби вдосконалення суднових енергетичних установок та систем, екологічну безпеку в суднобудуванні та об'єктах океанотехніки, безпеку мореплавства, інновації в суднових електротехнічних системах та автоматиці, управління проектами та програмами у суднобудуванні, інвестиційно-інноваційний розвиток суднобудування та морського транспортного комплексу, інновації в системі кораблебудівної освіти та морське транспортне право.

**УДК 001.895:629.5**

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2015

# ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

УДК 005:627.2: 627:3:338.28

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ : «NUOS– SMARTPORT- UA»

**Авторы:** Рыжков С.С., Харитонов Ю.Н.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Выполненный анализ показывает, что к числу основных направлений развития морских портов следует относить: обеспечение эффективного развития портовой инфраструктуры, а также создание условий ее безопасного функционирования; разработку проектов и программ, направленных на повышение конкурентоспособности портов; совершенствование нормативно-правовых актов, направленных на повышение эффективности управления в сфере морского портового хозяйства [1, 2] и др..

На примере проектов и программ развития ряда портов мира показано, что в настоящее время инновационной технологией, обеспечивающей эффективное формирование и функционирования портовой инфраструктуры, а также повышение конкурентноспособности самого порта, следует считать технологию «SmartPort» [3,4]. Суть технологии SmartPort, в общем случае, заключается в обеспечении решения операционных и проектных задач, возникающих в процессе функционирования и развития порта, на основе создания интеллектуальных систем управления.

Существуют различные подходы к формированию основных элементов технологии SmartPort, которые, как правило, отображают специфику конкретного порта. Так, например, для порта Гамбург стратегическими направлениями считаются составляющие части технологии SmartPort: технология SmartEnergy и SmartLogistic.

К числу имеющихся идеологий разработки элементов инновационной технологии SmartPort можно отнести SmartStack , SmartPath, SmartRail, SmartLift , SmartTrucks, SmartLane, SmartQuay, SmartFleet, SmartMap и другие.

Технология SmartPort должна должна быть интегрированной в систему SmartCity. Следует понимать, что технология достаточно наукоемка и имеет большую добавленную стоимость.

Анализ результатов внедрения инновационной технологии SmartPort показывает ее высокую эффективность, что может служить основанием для адаптации и внедрения данной технологии в портах Украины.

Учитывая имеющийся научный потенциал разработчиком подобной технологии для портов Украины (условное обозначение проекта «NUOS–SmartPort–UA») может выступить Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (рис.1).

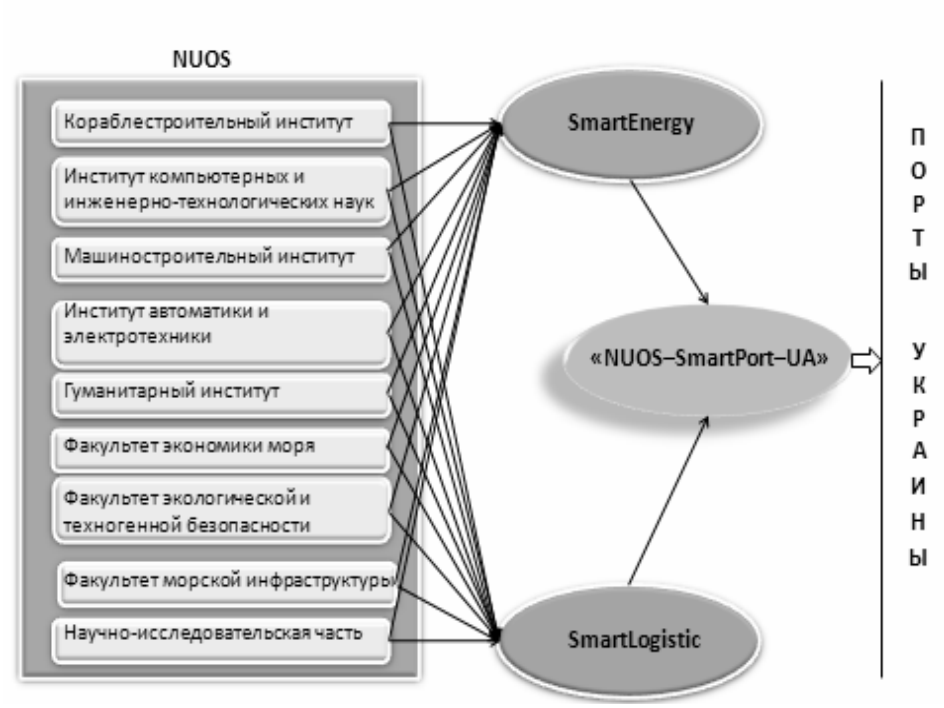



**Рис. 1.** Участие подразделений Национального университета кораблестроения в формировании и реализации инновационного проекта «NUOS–SmartPort–UA»

Приводятся сформулированные миссия и цели проекта, предварительно сформированная иерархическая структура работ по проекту.

**Список использованной литературы**

1. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2030 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, від 11.07.2013 № 548-р

2. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года [Електронний ресурс]/ http://www.rosmorport.ru/media/File/State-Private_ Partnership /strategy_2030.pdf – Загл. с экрана

3. Kalmar SmartPort Solutions [Електронний ресурс] /http: //navis.com/kalmars martport-solutions – Загл. с экрана

4. Port of Tallinn: Description Product development pilot project “Smart Port” Tallinn 2014 [Електронний ресурс] /http://www.portoftallinn.com/smart-port – Загл. с экрана

# СОЗДАНИЕ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ ПЛАВСОСТАВА

**Авторы:** Рыжков С.С.[1], Возный А.М.[1], Горбов В. М.[1], Кнырик Н.Р.[1], Кошкин К.В.[1], Никитин П.В.[2], Сербин С.И.[1], Хведелидзе П.Г.[3]

*[1]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина;*

*[2]Киевская государственная академия водного транспорта, Киев, Украина;*

*[3]Батумский учебный университет навигации, Батуми, Грузия*

Украина является государством-членом Международной морской организации и страной, подписавшей основные международные нормативные акты по безопасности мореплавания, в том числе и Международную конвенцию о подготовке, дипломировании моряков и несения вахты (International STCW Convention) 1978 года, с поправками (Конвенция ПДНВ) [1]. Структура и содержание ПДМНВ, по сравнению с ранее действовавшей, существенно изменены именно в части требований к уровню подготовки специалистов и к системе контроля над поддержанием необходимого уровня компетентности.

Для повышения квалификации плавсостава, а также развития и внедрения методов и средств профессиональной подготовки предлагается создать на базе нескольких высших учебных заведений, выпускающих специалистов кораблестроительных специальностей, Международный научный проектно-ориентированный центр подготовки плавсостава [2].

Основные направления деятельности центра:

- научно-исследовательская;
- методическая;
- образовательная;
- сертификационная.

Научно-исследовательская деятельность должна быть направлена на разработку проектно-ориентированных методов подготовки плавсостава, механизмов управления процессом подготовки, технологий и средств дистанционного обучения плавсостава на основе проектного подхода.

Методическая деятельность центра будет включать в себя разработку проектно-ориентированных программ подготовки; обновление и актуализацию существующих программ подготовки; разработку регламентов работы офиса управления подготовкой плавсостава (проектного офиса).

Образовательная деятельность заключается в подготовке и переподготовке преподавательского и учебно-вспомогательного персонала; подготовке специалистов офиса управления обучением плавсостава (проектного офиса), а также специалистов для систем дистанционного обучения.

Координационная деятельность центра – это управление процессом разработки и развития учебных программ, проектно-ориентированное управление деятельностью учебных центров и систем дистанционного обучения, проектно-ориентированное управление подготовкой плавсостава.

Основные направления сертификационной деятельности: сертификация и ресертификация программ подготовки плавсостава; сертификация центров подготовки; сертификация систем дистанционного обучения плавсостава; сертификация преподавательского и учебно-вспомогательного персонала.

**Литература**

1. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року [Текст] / Офіційний вісник України, 2009, N60 17.08.2009, с. 2148.

2. Наказ Міністерства освіти і науки України "Про затвердження Примірного положення про науково-навчальний центр університету (академії)" від 27.10.2008 р. № 978 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : osvita-ua.net/legislation/ Vishya_osvita/2435.

УДК 629.5

## ЧЕРНОМОРСКИЙ РЕГИОН: КАКИЕ НУЖНЫ НОВЫЕ СУДА?

**Автор:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор.,
Морское Инженерное Бюро., г.Одесса

С доисторических времен регион Черного моря играл ключевую роль в торго-вых связях Европы и Азии. Крупнейшие мировые державы, начиная с Древней Гре-ции и Византии, на протяжении столетий боролись за контроль над коммуникациями, проходившими через этот стратегически важный регион.

Непосредственный выход к побережью Черного моря имеют шесть государств – Болгария, Грузия, Российская Федерация, Румыния, Турция и Украина. К ним сле-дует безусловно следует добавить Армению, значительная часть грузов для которой перемещается через порты Грузии, и Молдову, имеющую порт на реке Дунай.

Важную роль в обеспечении критских международных коридоров № 5, 7 и 9, «Север-Юг», ТРАСЕКА и внутрирегиональных экономических связей играют мор-ской, речной, автомобильный и железнодорожный транспорт, причем часто возника-ет необходимость передачи грузов с одного вида транспорта на другой.

Типичными сегодня являются коммуникации Волга – Черное море – Турция, Волга – Черное море – система Дунай – Майн – Рейн, Волга – Черное море – Среди-земное море, паромные переправы по Черному морю, перспективными Днепр – Чер-ное море – Дунай, пассажирские линии по Черному морю. Отсюда потребность в су-хогрузных и нефтеналивных судах смешанного река-море плавания, автомобильно-железнодорожно-пассажирских паромах, круизных и прогулочных судах, пассажир-ских су-

дах местных линий, а также флота, который обеспечивает работу портов и путевые условия.

Наиболее востребованными были и остаются суда «Волго-Дон макс» класса – суда, отвечающие габаритам Волго-Донского судоходного канала (ВДСК), а также шлюзов реки Днепр (поэтому их называют также «Днепромаксами»), и предназна-ченные для замены известных советских серий «Волгонефтей» и «Волго-Донов», т.е. универсальные по своим размерам суда для работы на европейской части внутрен-них водных путей.

В настоящее время происходит переход к строительству грузовых судов, об-ладающих более развитой речной функцией:

- речных сухогрузных судов «устьевого» проекта RSD44 с пониженным над-водным габаритом, позволяющим проходить под мостам без их разводки;

- «сверхполных» танкеров смешанного река-море плавания с увеличенной речной грузоподъемностью проекта RST27;

- «сверхполных» речных комбинированных танкеров-площадок проекта RST54 для перевозки на открытой палубе грузов, не боящихся подмочки (гравий, прокат, контейнеры, автомобили и т.п.) в одном направлении и нефтеналивные грузы в об-ратном направлении;

- барже-буксирных составов «Днепро-макс» класса смешанного и внутреннего плавания, в том числе для перевозок Днепр - Дунай.

По оценкам, минимальная потребность в сухогрузных судах взамен «Волго-Донов» составляет около 50-60 единиц. Минимальная потребность в новых танкерах проектов RST22, RST25 и RST27 оценивается в 70 единиц.

Основными заводами, которые обеспечивали поставки флота судов, ориенти-рованных на Черноморско-Азовский регион, были нижегородский завод «Красное Сормово», навашинская «Окская судоверфь», петрозаводский «Онежский завод», Волгоградский судостроительный завод, Херсонский судостроительный завод и ни-колаевский завод «Океан».

Безусловно, к чисто транспортным задачам добавляются задачи обеспечения безопасности на морских и речных акваториях (спасательные суда, водолазные су-да), обеспечения путевых условия (земснаряды, шаланды), работы портов (буксиры, лоцманские и лоцмейстерские суда, бункеровщики, ледоколы).

Наконец, перспективной является задача освоения шельфа – суда для добы-чи и суда обеспечения.

Остается открытым вопрос о замене сильно постаревшего пассажирского флота. По оценкам, общее количество потребных круизных судов (взамен проектов 301 и 302) составляет около 10-15 единиц (проекты Морского Инженерного Бюро PV500VB и PV300VD).

Нужна альтернатива перегруженным автомобильным дорогам вдоль побере-жья Черного моря. Соответственно, следует перейти от чисто железнодорожных па-ромов к комбинированным – автомобильно-железнодорожно-пассажирским судам, которые позволят «закольцевать»

все паромные терминалы и смогут брать на борт автопоезда с водителями, а в перспективе, туристов на легковых автомобилях.

Необходимо строительство:

- автомобильно-железнодорожно-пассажирских паромов для «закольцевания» всех паромных терминалов Черного моря (как альтернатива перегруженным авто-мобильным дорогам вдоль побережья);
- автомобильно-пассажирских паромов;
- автомобильно-пассажирских паромов круизного типа.

**Выводы**

Требуется интенсификация процесса обновления водного транспорта в целом и флота в частности.

Особо необходимы сухогрузные и нефтеналивные суда смешанного река-море плавания, которые заменят отработавшие свой срок службы «Волго-Доны» и «Волгонефти». При этом новые суда должны качественно отличаться от сущест-вующих, идеология которых разрабатывалась в 50-е годы прошлого столетия в первую очередь более высокой производительностью, экологичностью и надежностью.

Необходим переход на качественно новый уровень организации перевозок водным транспортом, который может быть, по опыту высокоразвитого речного транспорта США, достигнут за счет более широкого использования толкаемых бар-же-буксирных составов как классического речного типа (отечественные сцепы типа О-200, УДР-100 и др.), так и морского типа со сцепами японского, финского или аме-риканского типа. При этом следует ясно понимать, что просто созданием проекта ББС дело не обойдется, так как эффективная эксплуатация ББС требует коренной перестройки организации перевозок (т.е. применения так называемой «вертушки», когда на один толкач будут приходиться 2-3 баржи).

## СТВОРЕННЯ СПІЛЬНОГО КОМУНАЛЬНОГО ПАРОПЛАВСТВА: МЕТА, МЕХАНІЗМ І СУСПІЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДТРИМКИ

**Авторы:** [1]Берко В.М., [2]Головченко Г.А., [3]Жуков Ю.Д., [4]Іванішин Б.П., [5]Казарян М.А., [6]Калашников В.М., [3]Хачатуров Е.Б.

*[1]ГП «Судостроительный завод им. 61 Коммунара», г. Николаев, Украина;*

*[2]Колледж прессы и телевидения, г. Николаев, Украина;*

*[3]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина;*

*[4]Компания «Страбира», г. Николаев, Украина;*

*[5]ЧП КП «Швидкість», г. Николаев, Украина;*

*[6]Николаевский городской совет, г. Николаев, Украина;*

У «Транспортній стратегії України на період до 2020 року», схваленої розпорядженням КМУ від 20.10.2010р. № 2174-р, зокрема, визначено такі основні напрями її реалізації:

- створення сприятливих умов для забезпечення привабливості галузі транспорту для залучення інвестицій;
- підвищення рівня провізної здатності внутрішнього водного транспорту;
- модернізація та будівництво річкового флоту.

Транспортна стратегія розроблена за участю фахівців ЄС і фінансується Євросоюзом у рамках програми «Підтримки впровадження транспортної стратегії України», що відповідає європрагненням України.

У розпорядженні КМУ «Про схвалення транспортної стратегії України до 2020р.» наведено, що метою стратегії є визначення концептуальних засад формування та реалізації державної політики щодо забезпечення стабільного та ефективного функціонування галузей транспорту, створення умов для соціально-економічного розвитку країни, підвищення конкурентоспроможності національної економіки та рівня життя населення.

У Морській доктрині України на період до 2035 року, затвердженій Постановою КМУ № 1307 від 07.10.09 р., передбачено, що для забезпечення сталого розвитку економіки приморських регіонів, до яких відноситься і Миколаївська область необхідно:

1. Визначити резерви існуючого морегосподарського потенціалу приморських регіонів та можливість їх ефективного використання.
2. Визначити як пріоритетне завдання залучення населення приморських регіонів до сфери морегосподарської діяльності, забезпечити розвиток її нових напрямів;

Існуючий потенціал регіону вимагає креативних управлінських рішень, прийняття яких стимулюється сприятливими зовнішніми і внутрішніми умовами. Європейський Союз фінансує масштабний інфраструктурний проект «Транс'європейська транспортна мережа» (TEN-T) в цілях якого передбачено вдосконалення європейських внутрішніх водних шляхів, як продовження програми Marco Polo, яка стимулювала переклад вантажів з автомобільного на водний транспорт. В рамках проекту TEN-T оголошено тендер на розробку водного шляху з Херсона до Гданська. Крім того, Сполучені Штати реалізують ряд федеральних програм з перекладу доставки вантажів з сухопутних видів транспорту на морські. Планується широко використовувати для цих цілей судна пентамарани.

Враховуючи вищенаведені факти і аргументи, ініціативна група членів територіальної громади запропонувала розширити рамки безпосередньої участі членів територіальної громади Миколаївського регіону (фіз. осіб, юр. осіб, підприємств, установ, організацій) у здійсненні місцевого самоврядування, а саме: створити спільне комунальне підприємство - пароплавство. Для цього, передбачається залучення органів місцевого самоврядування, членів територіальної громади та підприємств, розташованих на території громади, до участі у формуванні статутного капіталу і управлінні комунального пароплавства - водного транспортного підприємства.

Ми маємо історичну, географічну, логістичну платформи і сприятливі зовнішні та внутрішні умови в нашому регіоні для створення і розвитку водного транспорту, а саме:

Історична платформа.

Місто на Південному Бузі, назване Миколаєвом і з перших днів свого існування пов'язане з морем. Як база Чорноморського флоту воно стрімко увірвалося на географічні карти світу і довгі десятиліття зберігало за собою статус міста - кораблебудівників, міста - морського перевізника та моредобувача. Згадаймо корабель «Святий Миколай», китобазу «Радянська Україна», рефрижераторні та суховантажні судна, траулера низкою сходили зі стапелів Миколаївських заводів і авіаносці.

Святий обов'язок нинішнього покоління міста - зберегти цю унікальну самобутність.

Географічна платформа.

Міста Миколаїв, Херсон, Одеса, Очаків розташовані на стику внутрішніх водних шляхів України та морських маршрутів Чорного моря, що й дало поштовх розвитку в цих містах море-господарської інфраструктури (порти, суднобудівні підприємства, судноплавні компанії).

Логістична платформа.

Географічне розташування Миколаєва обумовлює його природне логістичне інтермодальне значення, як транспортного вузла. У Миколаєві сходяться мережа автомобільних і залізничних доріг, внутрішніх водних шляхів річок Дніпро, Південний Буг, морських маршрутів, плюс розвинена промисловість, що де-факто перетворює Миколаїв в індустріально - портовий кластер. Світовий досвід показує, що подібні інтермодальні, індустріально - портові кластери дають імпульс колосального розвитку територій.

Наприклад. Гамбурзький порт, подібно Миколаєву, розкинувся по берегах річки. З тією тільки різницею, що у нас Південний Буг і до Дніпро-Бузького лиману - 35 км, а у них - Ельба і до впадання в Балтійське море - більше 100 км.

При цьому, обсяг перевалки вантажів в найбільшому порту Німеччини склав в 2013 році більше 139 млн. тон. Контейнерний вантажообіг порту дорівнює майже 8 млн. TEU. Тоді як загальний вантажообіг портів і перевантажувальних комплексів України всіх форм власності в 2013 склав 146 млн. тон, при цьому контейнерний вантажообіг склав всього лише 786.716 тис. TEU. Обсяг грузообробки портами і терміналами нашого регіону, усіх форм власності за 2013 склав менше 30 млн тон.

Таке можливо при застосуванні сучасної концепції для досягнення поставленої мети - залучення партнерів-інвесторів і використання правових формальних ознак у фінансово-господарській діяльності підприємства, створеного за участю, як суб'єктів господарської діяльності України, так і не суб'єктів господарської діяльності України. Це нове в інституті господарсько-правових відносин суб'єктів підприємницької діяльності, будь-якої форми власності на основні засоби виробництва.

Спільне комунальне пароплавство (судноплавна компанія, водне транспортне підприємство) тут означає - участь різних суб'єктів господарсько-правових відносин (територіальних громад, фізичних і юридичних осіб, у т. ч. іноземних) у створенні (формуванні статутного капіталу) та управлінні

діяльністю комунального підприємства - суб'єкта господарювання комунального сектора економіки, для задоволення спільних інтересів і спільних потреб декількох територіальних громад.

Створюване пароплавство сприятиме соціально-економічному розвитку Південного регіону України, появі нових комерційних ініціатив, а також професійно-технічному навчанню молоді та вирішенню проблем зайнятості населення.

У свою чергу водні перевезення надаватимуть обсяги робіт автотранспортним підприємствам, складським господарствам і всій міській інфраструктурі. Буде реалізована програма навчання молодих фахівців: проходження плавальної практики механіків, електромеханіків, штурманів - випускників ВНЗ та подальше їх працевлаштування.

Діяльність пароплавства буде охоплювати вантажні, вантажопасажирські перевезення по річках Ю. Буг, Дніпро, Дунай і ДБЛ, а також вантажні перевезення в Чорноморсько-Азовському басейні з подальшим розвитком.

Очікувані результати:

1. Створення 1-го, в незалежній Україні, пароплавства (судноплавної компанії) дасть поштовх початку відродження суднобудування. Використовуючи наявний в організаціях та у фізичних осіб потенціал плавзасобів, пристосований, після невеликого переобладнання, для роботи на певних маршрутах, демонструючи як можна «яскравіше» результати комерційних рейсів і можливості подальшого їх розвитку неодмінно зацікавить бізнесменів в участі.
2. Ритмічна робота пароплавства, спочатку, можливо, не дуже об'ємна, не залишиться непоміченою іноземними партнерами у місцях швартування й обслуговування. Вони також можуть приєднатися до участі. Для цього необхідно активно проводити агітаційно-роз'яснювальну роботу.
3. У процесі діяльності пароплавства з'являться нові пропозиції щодо її вдосконалення, напрямками бізнесу і, звичайно ж, нові акціонери. Це обумовлено сьогодні природною, економічною, політичною, соціальною актуальністю головної теми: відродження Українського пароплавства.
4. Об'єднуючи фінансові ресурси і забезпечуючи правовий супровід учасників, залучаючи в головну тему «здатних» акціонерів, які бажають взяти в ній активну участь, неодмінно призведе до її розвитку, можливо до розробки і затвердження державної програми з аналогічною назвою.
5. Тільки постійний моніторинг, координація взаємодій, оперативне реагування всіх учасників, сумлінне виконання ними своїх функцій, дозволить новоствореному пароплавству впевнено здійснювати свою діяльність в усіх напрямках з економічними результатами, що забезпечують його подальший розвиток
6. Водні перевезення на судах пароплавства нададуть обсяги робіт автотранспортним підприємствам, складським господарствам і всій міській інфраструктури.
7. Пароплавство створить нові робочі місця різних професій, а на його судах зможуть закріпити на практиці свої знання та працевлаштуватися молоді фахівці наших ВНЗ.

УДК 629.5

# СОХРАНЕНИЕ ФЛОТА ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ: СТРОИТЕЛЬСТВО НОВЫХ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ СУДОВ-ДОНОРОВ

**Автор:** Н.В. Автутов, главный конструктор, директор по перспективному развитию,.
*Морское Инженерное Бюро.,г.Одесса*

Строительство новых судов требует значительных капиталовложений, ресур-сов, покупного оборудования. В среднем новых судов сдается 10-25 единиц в год. Минимальные потребности до 2020 года в новом судостроении составляют около 350 транспортных и более 400 вспомогательных судов для воднотранспортной от-расли России. Налицо очевидный разрыв между возможностями заводов и потреб-ностями флота.

В подобные кризисные периоды истории нашей страны (20-е годы, 40-е годы прошлого столетия) в первую очередь обращалось внимание на восстановление и более эффективное использование имеющихся в распоряжении технических средств, в том числе и транспортных.

Принципиально важным является не только продление ресурса судна и его элементов, а изменение его технико-экономических показателей, создание новых возможностей и, как результат, увеличение эффективности за счет нового качества. Особое место среди существенных переоборудований занимает конверсия (от английского conversion) судна – значительная, как правило, размерная модерниза-ция судна с предъявлением его по всем частям как нового, т.е. на соответствие тре-бованиям международных конвенций и правил классификационного общества на да-ту предъявления.

Конверсия судов позволяет решать задачи по существенному продлению сро-ка службы и повышению безопасности в разумные сроки и с меньшими, чем при обычном судостроении, затратами. Некоторые суда устаревают морально задолго до наступления предельного физического износа их корпусов и механизмов. Причем, преждевременное моральное старение не является, как правило, результатом про-счетов при проектировании и постройке судов; зачастую их рано сдавать на слом, и выходом из такого положения может стать модернизация или переоборудование.

Анализируя конкретные примеры конверсии судов, можно выделить следую-щие основные технологические направления:

- увеличение главных размерений судна путем замены части его корпуса но-вой, более крупной (например, сухогрузы типа «Челси» проектов 005RSD06, RSD11, «Оммакс» проекта RSD08, «Единый» проекта RSD60, танкеры проектов RST05 и RST26, паром «Авангард» проекта CNF06, пассажирское судно «Империя» проек-та PV02);

- увеличение главных размерений судна с помощью вставок и наделок с ис-пользованием всего старого корпуса (например, паромы типа «Смат» проекта CNF03 и «Славянин» проекта CNF09);

- сохранение малоизношенного корпуса, что характерно для пассажирских су-дов, с полным изменением внутренней «начинки» и оборудования, полной перепла-нировкой помещений (пассажирские суда проекта PV09 «Александр Грин» и проек-та PV06 «Ильич»).

Конверсия требует учета следующих накопленных в процессе эксплуатации исходного судна дефектов:

- коррозионный и механический износ корпусных конструкций и сварных швов, особенно утонения локального характера, которые плохо документируются и в тра-диционных проверочных расчетах прочности не учитываются;

- деформации настилов второго дна и второго борта в результате контакта с грузом и средствами грузообработки в портах, деформации наружной обшивки в ре-зультате контакта с грунтом на мелководье, стенками шлюзов, каналов, причальных сооружений, льдом;

- накопленные усталостные повреждения в зоне концентрации напряжений, особенно микротрещины и нарушения кристаллической структуры материала, кото-рые не могут быть обнаружены при осмотрах;

- возможное изменение физико-механических свойств материала корпуса (старение).

Следует обращать внимание на возможные конструктивные и технологические ошибки, не отраженные в проектной документации, но которые могли иметь место при фактическом выполнении конструкций судов. Особенно это касается судов, ко-торые строились на классы других обществ и не предназначались для эксплуатации в морских условиях.

Допускаемые для использования при строительстве нового судна элементы эксплуатировавшихся судов должны пройти процедуры дефектации, ремонта и под-тверждения соответствия требованиям Правил РРР, как с точки зрения пригодности по техническому состоянию корпусных конструкций, машин и оборудования, так и по свойствам материалов, ранее использованных в эксплуатировавшихся элементах.

Резерв срока службы или степень изношенности указанных элементов опре-деляют расчетом прочности и долговечности на основе проведенного анализа фак-тического состояния с помощью ультразвуковой толщинометрии. Объем восстано-вительных работ по таким конструкциям определяют как в зависимости от предпола-гаемого срока службы, так и в зависимости от финансовых ресурсов судовладельца.

При конверсии не допускается использовать по прежнему назначению бывшие в работе наиболее нагруженные и выработавшие свой усталостный ресурс корпус-ные конструкции. Применение эксплуатировавшихся корпусных конструкций допус-кается, прежде всего, при формировании сборочных единиц, которые не участвуют в обеспечении общей прочности судна, таких как объемные и плоскостные секции, располагающиеся на длине 0,30 от носового и кормового перпендикуляров, секции надстройки или ее частей; а также другие конструкции, не участвующие в общем из-гибе корпуса (борта, вторые борта, поперечные связи и т.п.).

Перечисленные ограничения исключают из применения для нового судостроения ответственных конструкций, которые могли выработать усталостный ресурс, но повреждения которых (в виде микротрещин) могут быть не обнаружены при дефектации корпуса.

При этом принципиально важным является не только обеспечение ресурса судна и его элементов, а изменение его технико-экономических показателей, созда-ние новых возможностей и, как результат, увеличение эффективности за счет нового качества.

Новое качество может быть обеспечено за счет изменения грузовместимости и грузоподъемности, габаритов, надводного борта, прочности корпуса, мощности си-ловой установки, ледовых усилений. В свою очередь такие изменения приводят к смене назначения судна, его архитектурно-конструктивного типа, районов эксплуа-тации.

Наиболее ярким примером строительства судов с использованием элементов существующих судов-доноров, является создание серии сухогрузных судов смешан-ного река-море плавания дедвейтом около 6000 тонн типа «Челси». В качестве до-норов используются речные сухогрузные суда типа «Волго-Дон» проектов 507, 507А, 507Б и 1565 1960-х годов постройки. В основу проектов 005RSD06 и RSD11 была за-ложена идея применения высоких (3,5 м с учетом существующих) непрерывных про-дольных комингсов люков, которые позволили за счет существенного увеличения высоты сечения одновременно увеличить стандарт общей прочности корпуса судна (на 112% !!!), вместимость трюмов и грузоподъемность судна в соответствии с тре-бованиями Международной Конвенции о грузовой марке.

При этом ранее наиболее нагруженные и выработавшие свой усталостный ре-сурс элементы – существующие комингсы и прежняя верхняя палуба оказываются в зоне, близкой к нейтральной оси эквивалентного бруса и, по сути, исключены из об-щего изгиба корпуса, что позволило их сохранить в составе корпуса судна. Рост мо-мента инерции высокого поперечного сечения без увеличения толщин днища позво-лил увеличить момент сопротивления днища в 1,66 раза.

Масса порожнем судов проектов 005RSD06 и RSD11 меньше, чем судов-прототипов на 600-800 тонн, так как сокращенный расчетный срок службы (15 лет вместо обычных 25 лет) позволяет, не уменьшая стандарт общей прочности, снизить требования к минимальным толщинам многих связей, например, флоров, рамных и холостых шпангоутов, т.е. элементов, обеспечивающих в основном местную проч-ность. При этом снижение толщин компенсируется широкими мерами по защите от коррозии (лакокрасочные покрытия, в том числе в двойном дне и в двойных бортах). Как правило, на одном судне такого проекта устанавливается примерно 650 тонн но-вых конструкций (новые комингсы, вторая палуба, конструкции бака и юта, новая кормовая надстройка, новые люковые закрытия). Кроме того, в зависимости от фак-тического технического состояния замене подлежит примерно 550 тонн существую-щих элементов корпуса. Для сведений – масса порожнем судна «Челси-6» составля-ет 1850 тонн.

**Выводы**

Итоговые затраты на изготовление одного судна проекта 005RSD06 типа «Челси» составляли в январе 2008 года около 5,2-5,5 млн. долларов США. Затраты на корпус составляли около 2,4-2,7 млн. долларов США, приобретение и капиталь-ный ремонт оборудования – 1,8 млн. долларов США, достройка – около 1,0 млн. долларов США. Для сведений – стоимость постройки нового серийного судна проек-та 006RSD05 типа «Гейдар Алиев» составляла в 2008 году около 14-15 млн. долла-ров США.

Следует отметить, что при конверсии происходит изменение качества не толь-ко суда в целом, но и его отдельных элементов. Например, за счет увеличения и мощности и количества дизель-генераторов меняются как режимы работы судовой электростанции (они становятся более безопасными и экономичными), так и обеспе-чиваются новые возможности – сокращается время на балластировку (экономия стояночного времени), увеличивается мощность систем кондиционирования (улуч-шение бытовых условий экипажа).

При этом необходимо ясно представлять, что сейчас, как и ранее, все схемы продления срока службы судов не являются альтернативой новому судостроению, а лишь позволяют обеспечить транспортные потребности отечественной экономики на ближайшие 10-15 лет, по сути, закрыть брешь между снижающейся провозоспособ-ностью флота и возрастающими потребностями народного хозяйства в рамках огра-ниченных финансовых и производственных ресурсов.

УДК 629.12

## РАЗВИТИЕ СУДОХОДСТВА ПО РЕКАМ УКРАИНЫ

**Автор:** Некрасов В.А.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Направлениями судоходства в системе рек Украины являются: западное - по украинской части Дуная, южное - по рекам Днестр, Южный Буг и Днепро-Бугскому лиману, северное – по рекам Днепр и Западный Буг. Характерное место в этом комплексе водных сообщений занимает порт Очаков, играющий роль устьевого порта двух крупнейших рек Украины – Днепра и Южного Буга, через который проходит судоходный путь на Запад – в дельту Дуная и далее – в южную систему рек Центральной Европы, а также на Восток – в устье Дона и далее в систему речных сообщений России. Через этот порт осуществляется судоходство и в северном направлении, интенсивное развитие которого тесно связано с восстановлением магистрального водного пути международного значения Е40, который с помощью речной системы Восточной Европы, от Вислы до Днепра, должен кратчайшим путем соединить Балтийское и Черное моря (рис. 1), а также обеспечить вхождение судов в систему северных внутренних водных путей Центральной Европы




**Рис. 1.** Воднотранспортное соединение Е-40

(от Польши до Испании).

На функционировавшем до Второй мировой войны водном пути Днепр (Херсон, Киев) – Висла (Варшава, Гданьск), после восстановления разрушенных войной гидротехнических сооружений и строительства плотины в г. Бресте, образовалось два участка: первый – на территории Белоруссии, второй – на территории Польши. Участок водного пути в Белоруссии, от Бреста до границы с Украиной, в настоящее время находится в функциональном состоянии, а в Польше - по реке Западный Буг - в состоянии ограниченной эксплуатации. Восстановление этого направления дает возможность перевозить в год до 4 млн. тонн экспортно-импортных грузов.

Интенсификация провозоспособности направления будет зависеть и от реализации дноуглубительных работ на Днепре. Первоочередными работами этого назначения является углубление русла Днепра на Днепровском и Днепродзержинском перекатах. Требуется также выполнение аналогичных работ в украинской части русла Дуная и в верховьях Южного Буга.

Интенсивность речных перевозок существенно зависит от объемов использования речных и морских транспортных средств, доли перевозок грузов судами типа река-море. Наиболее приемлемым в этом отношении является введение в строй мощного устьевого порта, способного аккумулировать достаточно большое количество доставляемых по реке грузов и обеспечить интенсивную их перевалку на глубокосидящие морские суда. Самые известные примеры – доставка зерновых по реке Миссисипи в США, грузов по реке Рейн - в Европе.

Характерность порта Очаков, находящегося в устье Днепро-Бугского лимана, обуславливается именно тем, что между ним и устьями Дуная и Дона находятся морские участки пути, требующие или смены типа судна с речного на морское или использования судов типа река-море. Но этот порт не является мощным устьевым портом. Поэтому для того, чтобы с наиболь-



**Рис. 2.** Перевалка грузов на банке Трутаева

шей выгодой использовать преимущества речных и морских транспортных средств, в настоящее время интенсивно развивается способ перевалки грузов плавучими кранами с речных судов на крупнотоннажные морские суда на открытых рейдах, например, – в районе банки Трутаева, расположенной между портами Южный и Очаков (рис. 2). Однако открытость рейда банки, невозможность накопления грузов и интенсификации разгрузочно-погрузочных работ ограничивают развитие этого способа коммуникации грузов и, соответственно, – судоходства.

Большое значение для интенсификации речного судоходства имеет действующее законодательство и совершенствование его регуляторных функций в области организации перевозок речным и морским транспортом.

Таким образом, узловыми проблемами развития судоходства по рекам Украины являются:

– совершенствование существующего законодательства, как в области организации перевозок, так и в области совершенствования требований классификационных обществ к речным и морским судам, а также судам типа река-море;

– восстановление воднотранспортного соединения Е-40;

– создание мощного устьевого порта в районе порта Очаков.

Вместе с этим существует большое поле прикладных научных проблем, которые могут способствовать развитию судоходства по водным путям Украины. Среди них центральное место занимают четыре проблемы:

–- оптимизация типов судов на определенных линиях пассажирских перевозок с целью обеспечения их конкурентоспособности по отношению к другим видам транспортных средств;

– оптимизация структуры речных составов для транспортировки грузов к устьевым портам Очаков и Гданьск;

– выбор оптимальных решений для барже-буксирных морских составов;

– оптимизация судов типа река-море на конкретных расстояниях доставки грузов с морскими участками пути.

УДК 620.22.621.78

# ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ, НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ ФОРМУВАННЯМ ЗДРІБНЕНОЇ ТА НАНОРОЗМІРНОЇ ПОЛІГОНІЗАЦІЙНОЇ СУБСТРУКТУРИ

**Автори:** Дубовий О.М., Карпеченко А. А., Жданов О. О.
*Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Сучасна техніка, зокрема суднобудування характеризується підвищеною інтенсивністю режимів експлуатації, що забезпечується переважно відповідними фізико-механічними властивостями металів і сплавів, а також покриттями. Підвищення фізико-механічних властивостей матеріалів, з яких виготовляються деталі та прилади, збільшує їх ресурс роботи та надійність.

Високих показників фізико-механічних властивостей металів і сплавів та напилених покриттів можливо досягнути наноструктуруванням.

Однак розроблені промислові способи отримання наноструктури по всьому об'єму реального виробу складні і високовартостні.

Нами, колективом кафедри Матеріалознавства і технології металів розроблено новий спосіб формування здрібненої суб- та наноструктури у металах і сплавах, напилених покриттях [1-3].

Результати дослідження в цьому напрямку розвинули теорію повернення, що передує передрекристалізації, і які полягають у подрібненні субструктури на стадії полігонізації шляхом проведення передрекристалізаційної термічної обробки, суть якої заключається у нагріванні деформованого металу і сплаву до температури початку первинної рекристалізації, короткочасній витримці з наступним охолодженням до кімнатної температури зі швидкістю, яка унеможливлює ріст субзерен (не менше 50 С/с). При цьому формується полігонізаційна субструктура, яка здебільшого входить у наномаштабний розмір.

Дослідження залежності твердості деформованих від 5…10 до 85% технічно чистих Fe, Ni, Al, сталей 20, 40, У8, 40Х13, 12Х18Н10Т, бронзи БрАМц9-2 та ін. від часу витримки при температурах, які відповідають температурі близькій до первинної рекристалізації показало, що вона, носить екстремальний характер з виразним максимумом. Доведено, що твердість підвищується до 97%. Як приклад, на рис.1 наведені результати дослідження для технічно чистого заліза, з якого випливає, що на твердість помітно впливає ще величина деформації, збільшуючи ефект підвищення, а також те, що у межах інтервалу температур порогу рекристалізації існує температура, яка забезпечує максимальні значення твердості.

Ефект підвищення твердості спостерігається не тільки у деформованих традиційним (статичним холодним пресуванням) способом металах і сплавах, але й після газотермічного напилювання.(рис.2)

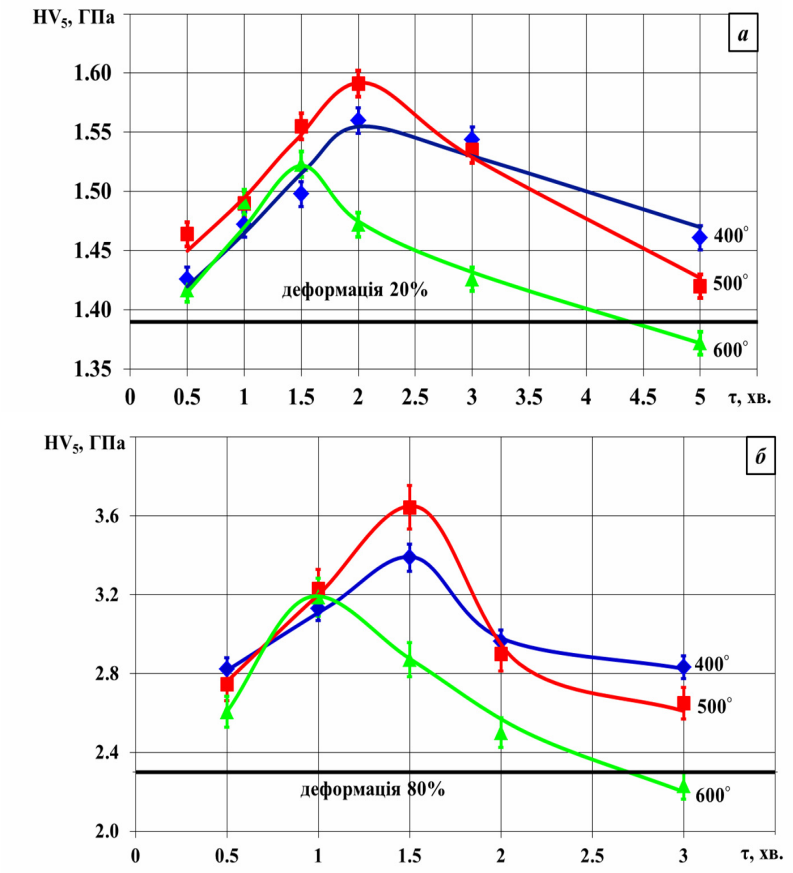



**Рис. 1.** Залежність твердості від часу витримки і температури передрекристалізаційної термічної обробки технічно чистого заліза: а – деформація 20%; б – деформація 80%.

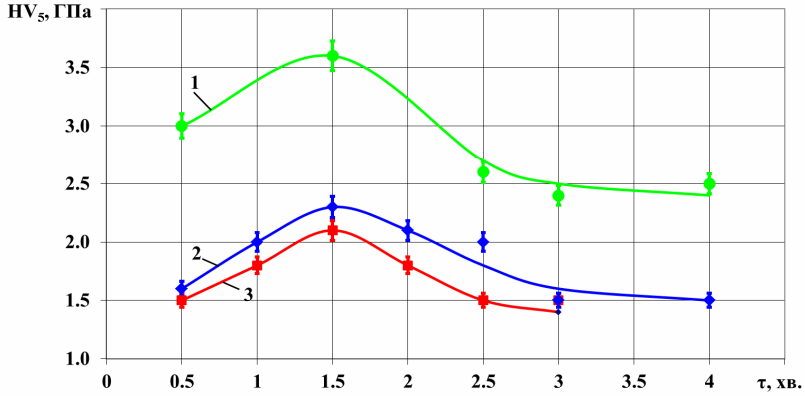



**Рис. 2.** Залежність твердості сталі 12Х18Н10Т від виду деформації та часу витримки після передрекристалізаційної термічної обробки при 880°С: 1 – традиційна деформація; 2 – електродугове напилення; 3 – плазмове напилення

При формуванні покриття напиленням, процеси удару і деформації частинок супроводжуються кристалізацією. Затверділий матеріал частинки піддається тиску ще не закристалізованого розплаву, що призводить до виникнення пластичної деформації оскільки при ударі частинки об підкладку величини ударного тиску досягає 1,0 ГПа. Підрахунки показують, що при цьому величина деформації складає 70…90%. Швидкість охолодження досягає 10 8 К/с, це гальмує протікання процесу динамічної рекристалізації. Дослідження механічних властивостей сталей після деформації і передрекристалізаційної термічної обробки показало підвищення міцності при незмінній пластичності. Наприклад, після дробостуменевої обробки зразків сталі 18Х2Н4МА, з якої виготовляють щоку муфти ГТД, і наступної запропонованої термообробки при 5000 С протягом 3-х хвилин межа міцності збільшилась з 910 до 1011 МПа (б=7%, α =25%), при цьому межа міцності втоми підвищилась в 2,7 рази. Фізико-механічні властивості та розміри областей когерентного розсіювання (ОКР, які близькі до середнього розміру субзерен) сталей після передрекристалізаційної та ін. обробки наведено в табл.1.

Дані, які наведені у табл.1 свідчать про те, що в результаті перед рекристалізаційної термообробки відбувається поліпшення фізико-механічних властивостей пластично деформованих сталей. Так, межа міцності підви-

**Таблиця 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 загухаючих коливань $\delta_{ср}$,, % | Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м•К) | Питомий електроопір $\rho\times10^{-7}$, 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 |

щується до 27% з одночасним деяким підвищенням пластичностей, логарифмічній дескремент затухання коливань збільшується до 53%, питомий електроопір до 28%, коефіцієнт теплопровідності знижується до 26…48%. Механізм поліпшення, фізико-механічних властивостей, як і для технічно чистого заліза та сталей 12Х18Н10Т, 12Х2Н4МА пов'язаний зі здрібненням субстуктури, що підтверджується зменшенням величини ОКР, в даному випадку до наномаштабного розміру.

Згідно з даними рентгеноструктурного аналізу і електронної мікроскопії, передрекристалізаційна термічна обробка пластично деформованих металів і сталей на режимах, що забезпечують найбільш високі показники фізико-механічних властивостей, викликає подрібнення субструктури і дозволяє формувати в структурі, деформованих більше ніж на 60% металів і сталей, елементи в нанорозмірному діапазоні, кількість яких може досягати 25% від загальної кількості структурних складових (рис. 3)

Недоліком запропонованого способу, який надає можливість суттєво підвищити фізико-механічні властивості деформованих металів і сплавів та напилених покриттів є невелика витримка при термічній обробці, яка не перевищує 10хв, а для більшості матеріалів – 5 хв, що ускладнює його застосування у виробничих умовах для деталей малого розміру та унеможливлює застосування для великогабаритних виробів. Обнадійливі результати щодо позбавлення цього недоліку отримали при підвійній деформації і термічній обробці. Повторна деформація формує стійкі дислокаційні бар'єри та сплетіння, які блокують ріст субзерен при тривалій витримці. Наприклад: деформація сталі 12Х18Н10Т на 60% і термічна обробка при 6000 С протягом 20хв., подальша деформація ще на 60% та наступна термообробка при 6000 С протягом 20хв. дозволяє отримати приріст твердості (HV5) відносно деформованого стану на 12% (розмір ОКР 103нм). Крім цього, додаткова деформація електродугового покриття із цієї сталі на 15…20% дозволили отримати стабільну твердість 3,63ГПа при температурі на-

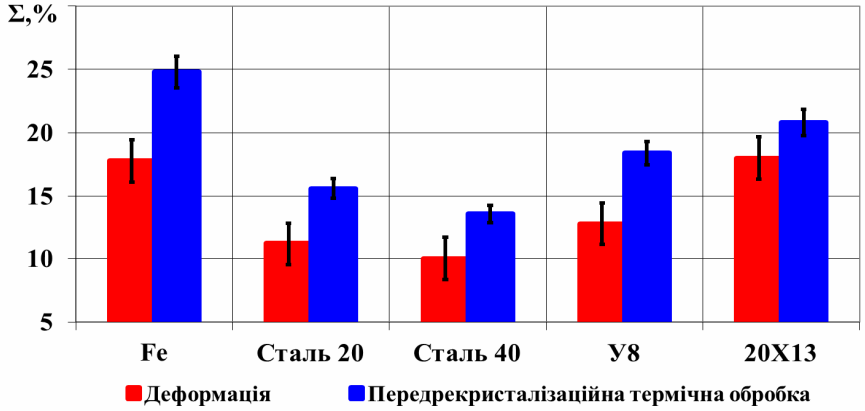



**Рис. 3.** Кількість наноструктурних елементів в технічно чистому залізі та сталях до та після передрекристалізаційної термічної обробки.

ступної термообробки 6000 С протягом 200хв. що на 50% вище твердості напиленого покриття.

**Висновки:**

1. Встановлено і обґрунтовано оптимальний режим передрекристалізаціоної термічної обробки, що забезпечує високі показники фізико-механічних властивостей пластично деформованих металів і сталей, напилених покриттів, який полягає в нагріванні металу до температури початку первинної рекристалізації, короткочасній витримці (до 10 хв.) з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища зі швидкістю, не менше 5°С/с. Доведено, що залежність твердості металів, сталей, напилених покриттів від часу витримки при передрекристалізаційній термічній обробці носить екстремальний характер, після якої твердість може підвищуватися до 97% за рахунок здрібнення субструктури.

2. Показано, що передрекристалізаційна термічна обробка пластично деформованих металів і сталей забезпечує підвищення межі міцності втоми у 2,7 рази, межі міцності – до 27 % з одночасним підвищенням показників пластичності. Додатково встановлено підвищення демфірувальних властивостей (логарифмічний декремент затухаючих коливань) до 53%, питомого електроопору – до 28 %, а також зменшення коефіцієнту теплопровідності на 26…48%.. Встановлено, що після передрекристалізаційної термічної обробки у пластично деформованих більш ніж на 60% металах і сталях у структурі формуються нанорозмірні елементи, кількість яких може досягати 25%.

3. Вперше виявлена можливість підвищення фізико-механічних властивостей газотермічних напилених покриттів із металів і сплавів шляхом застосування передрекристалізаційної термічної обробки.

4. Показано перспективу подальшого розвитку технології передрекристалізаційної термічної обробки металів і сплавів та напилених газотермічних покриттів із них щодо підвищення стійкості здрібненої полігонізаційної субструктури при збільшенні температури та часу витримки до 200хв.

**Список літератури:**

1. **Патент u 2009 02658 Україна МПК C23C 4/18.** Спосіб нанесення покриттів / Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Янковець Т.А., Жданов О.О.; заявник та патентовласник Національний університет кораблебудування. – №а 88755 заявл. 23.03.2009; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21 – 6с.

2. **Патент u 200903877; Україна МПК C23C 4/00.** Спосіб нанесення електродугових покриттів / Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Янковець Т.А., Жданов О.О.; заявник та патентовласник Національний університет кораблебудування. — № 43984 заявл. 21.03.2009; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 17 — 6 с.

3. **Патент a201002248 Україна МПК C21D 8/00 C21F 1/00** Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів / Дубовий О.М., Лебедєва Н.Ю., Янковець Т.А., Казимиренко Ю.О., Жданов О.О., Бобров М.М.; заявник та патентовласник Національний університет кораблебудування. – № № 95378; заявл. 01.03.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14 – 6с.

УДК 004.9

# О НЕКОТОРЫХ ЗНАЧИМЫХ ТРЕНДАХ СОВРЕМЕННЫХ МИРОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

**Автор:** Кривощеков В. Е.,
*Одесский учебно-исследовательский центр "Надежность в судоходстве"*

Резюме. В докладе представлен краткий обзор основных информационных технологий, прогресс которых в мировой индустрии наблюдается в течение ближайших лет.

Современную парадигму научных исследований и практику их внедрения в мировой индустрии можно обозначить как процесс реализации общемировой концепции «Всеобщего менеджмента посредством качества» - Total Quality Management (TQM) и её частных (особенных) составляющих, именуемых, например, «Бережливое производство» (Lean Production, LEAN), «Toyota productive system» (TPS), «Шесть сигма» (6σ), «Пять «С» (Five Ss, 5S), Всеобщее производственное обслуживание (Total productive maintenance, TPM) и др. Системы, создаваемые на базе этих концепций, как показывает мировой опыт, эффективны абсолютно во всех областях (от машиностроения до здравоохранения) и сферах деятельности (от производства до офиса). Но об этом - чуть позже, а пока рассмотрим несколько значимых и сложившихся в мире за последние несколько лет технологических трендов и подходов к инжинирингу по данным зарубежных интернетовских источников, обобщающих мнения мировых экспертов из высокоразвитых стран. Речь, конечно же, пойдет об информационных технологиях, приоритет которых не вызывает сомнения в наш век с аналогичным названием. При этом под термином «технология» (от греч. techne - искусство, мастерство, умение + logos – учение) будем понимать определение из энциклопедии «Британика» с учётом её трактовки Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР). А под терминами «инжиниринг» и «менеджмент качества» - соответствующие определения из стандартов и словарей международных организаций ISO/IEC, а также их европейских аналогов. Всё это особенно актуально при реализации европейского выбора Украины и «Стратегии 2020» президента Петра Порошенко.

Новейшие технологии ближайших лет значительно улучшили промышленное производства, поскольку лидеры мировой индустрии сосредоточились на использовании вышеназванных концепций и нетрадиционных ресурсов, таких как мобильные приложения (mobile apps), «облака» (the Cloud, Cloud-Computing, Cloud architectures moving data to the cloud,) и др., а также расширили диапазон использования устойчивых источников энергии. Понятно, что промышленные производства должны быть динамичны как по определению, так и сами по себе. Последние три года запомнились улучшениями и нововведениями в планирование и реализацию стратегий, в

«собственно тело» технологий, систем менеджмента (руководства и управления) организаций и тому подобное. Зарубежные промышленные аналитики из высокоразвитых западных стран, например, после многочисленных брифингов, опросов, анкетирования лидеров промышленного производства, отвечающих за внедрение новейших технологий, качество, IT, устойчивость (sustainability) выделяют несколько основных тенденций, достойных повышенного внимания. Вот некоторые из них.

1. Энергетический менеджмент - Industrial Energy Management (IEM);

2. Системы контроля/управления производственными операциями: большее внимание (More Focus on Manufacturing Execution Systems - MES);

3. Менеджмент устойчивости предприятия (Enterprise Sustainability Management - ESM);

4. Мобильность становится «королём» (Mobility Will Be King);

5. «Интернет вещей» или «Промышленный интернет» (“Internet of Things (IoT),” or “Industrial Internet”);

6. Интернет Образование (Online Education);

Здесь важно отметить, что в ближайшие годы, вероятно, мы увидим совершаемый прорыв онлайн-образования в мировой индустрии. Хотя инновационные инструменты такого образования, как известно, например, «виртуальная реальность сварочных систем» (virtual reality welding systems) от корпорации Lincoln Electric, уже появились в 2012 году. Будет ли расширяться движение к цифровому образованию (the digital education movement) в среде промышленных предприятий в 2015 году и далее? Полагаю, будет!

7. Чувствительные Компьютеры (Sense Computers);

8. Безопасность информационных технологий (IT Security);

9. Возвращение производства домой (Manufacturing Returning to Home) и «Затягивание/замыкание петли» менеджмента качества (Closing the Loop on Quality Management).

В настоящее время становится заметным, что промышленные организации фокусируют своё внимания на менеджменте качества в замкнутом контуре. Правильное руководство и управление сложностями достижения высокого качества процессов и конечной продукции является лишь одним фактором из целого ряда основных проблем, с которыми сталкивается каждая промышленная организация. По сравнению с положением дел в этой сфере 20 или даже 10 лет назад, степень сложности достижения высокого качества значительно выросла, и требует принятия соответствующих управленческих решений. Такие инструменты уже появляются в виде различных категорий программного обеспечения систем корпоративного менеджмента качества (Enterprise Quality Management System –EQMS Software), которые помогают компаниям затянуть петлю менеджмента качества для достижения совершенства и постоянных улучшений. Содействие менеджменту качества и коммуникациям в области достижения совершенства по всей цепочке создания добавочной стоимости оказывают правильно выбранные модели данных и возможности совместимости программного обеспечения, которые расширяют интеграцию бизнес-процессов и IT-архитектуры. Ког-

да организации стремятся закрыть петлю качества по конечному продукту через использование EQMS, функционально будет необходимо добиться того, чтобы иметь большее присутствие в ней решений по менеджменту жизненного цикла продукции (Product Lifecycle Management – PLM), систем контроля/управления производственными операциями (Manufacturing Execution System - MES) и др.

Далее в докладе раскрывается суть и краткое содержание представленных выше трендов информационных технологий.

Всегда заманчивы и интересны попытки выяснения и прогнозирования кардинальных изменений любой производственной отрасли, хотя точный прогноз - событие всегда маловероятное. Нынешний глобальный экономический кризис и сложившийся в мире политический ландшафт, конечно же, будут тормозить прогресс внедрения хороших идей и теоретически возможных новейших информационных технологий, процесс развития и совершенствования которых в любом случае продолжается.

УДК 627.8.09

## МИНИ ГЭС СИФОННОГО ТИПА

**Авторы:** Король Ю.М. *Национальный университет кораблестроения*
Шурбин С.В. *ООО ГИДРОБУД СЕРВИС*
Король К.Ю. *Черноморская яхтенная верфь*

Энергию движущейся в реках воды человечество использует уже более 5000 лет. Для этого поперек реки устанавливают плотину, которая создает перепад уровней между верхним и нижним бьефами. Через специально устроенное окно осуществляется водосброс с расходом равным расходу воды в реке, но с гораздо большей средней скоростью за счет малого проходного сечения. Энергия именно этого потока и использовалась для вращения водяных колес – прообраза водяных турбин, при помощи которых осуществлялось орошение, вращение жерновов водяных мельниц, движение пилорам на лесопильных заводах, а затем и привод станков мануфактур. Впоследствии, перегородив каналы больших рек, человечество начало преобразовывать энергию водосброса в электрическую энергию. Так появились крупные ГЭС. Однако сооружение больших плотин связано с затоплением больших территорий, затруднением судоходства и нереста рыб. Малые плотины, утратив свое значение, превратились в лучшем случае в местные достопримечательности исторического характера. Между тем в эпоху энергетического кризиса энергию водосброса этих плотин (количество существующих плотин такого типа только на Украине исчисляется тысячами) можно и нужно использовать для получения дешевой электроэнергии, без ущерба окружающей среде. Это может принести ощутимую экономию углеводородного топлива ТЭЦ и уменьшить зависимость страны от поставок и необходимости добычи угля или других видов топлива.

В практике гидротурбостроения основой для проектирования являются данные физических экспериментов, представленные в виде универсальных размерных характеристик [1-6]. Между тем, рекомендуемый в этих источниках к применению типоразмерный ряд осевых поворотнолопастных турбин содержит большое количество параметров, как самих турбин, так и проточной части. К сожалению, приведенные методики расчетов не дают возможности учета влияния этих параметров на гидравлические характеристики турбин и не исключают необходимости проведения дополнительных экспериментальных исследований. Кроме того на входе в турбину поток разворачивается на 90°, что безусловно приводит к дополнительному гидравлическому сопротивлению и снижает эффективность самой турбины. Применение поворотных лопастей турбины и направляющего аппарата позволяет «подстраивать» турбину под условия работы в конкретном канале, но весьма существенно удорожает конструкцию и снижает надежность.

В докладе приводится схема мини ГЭС сифонного типа (рис.1) и предлагается новый метод гидродинамического расчета гидротурбины, работающей совместно с направляющим аппаратом.

Прежде всего, выполняется гидравлический расчет канала ГЭС. Для этого записывается уравнение Бернулли

$$\frac{p_{вх}}{\rho g}+z_{вб}-\Delta z_{вх}+\frac{\alpha_{вх}\upsilon_{вх}^2}{2g}=\frac{p_{вых}}{\rho g}-\Delta z_{вых}+\frac{\alpha_{вых}\upsilon_{вых}^2}{2g}+\sum_{i=1}^{6}\zeta_i\frac{\upsilon_i^2}{2g}+\lambda\frac{L}{D}\frac{\upsilon^2}{2g}, \qquad (1)$$

из которого после несложных преобразований получаем формулу для определения средней скорости потока в расчетном сечении

$$\upsilon=\sqrt{\frac{2gH}{\alpha_{вых}\beta_6^2-\alpha_{вх}\beta_1^2+\lambda\frac{L}{D}+\sum_{i=1}^{6}\zeta_i\beta_i^2}}, \qquad (2)$$

а затем находим характерный диаметр по формуле

$$D=\sqrt{\frac{4Q}{\pi\upsilon}}. \qquad (3)$$

Далее выполняется гидродинамический расчет гидротурбины в следующей последовательности.

Развиваемая гидротурбиной мощность, определяется как

$$P_T=2\pi nM_T, \qquad (4)$$

где $n$ – частота вращения, а $M_T$ — гидродинамический момент ГТ, который, в свою очередь, вычисляется по формуле

$$M_T=K_M\rho D_T^3(\upsilon_T^2+n^2D_T^2). \qquad (5)$$

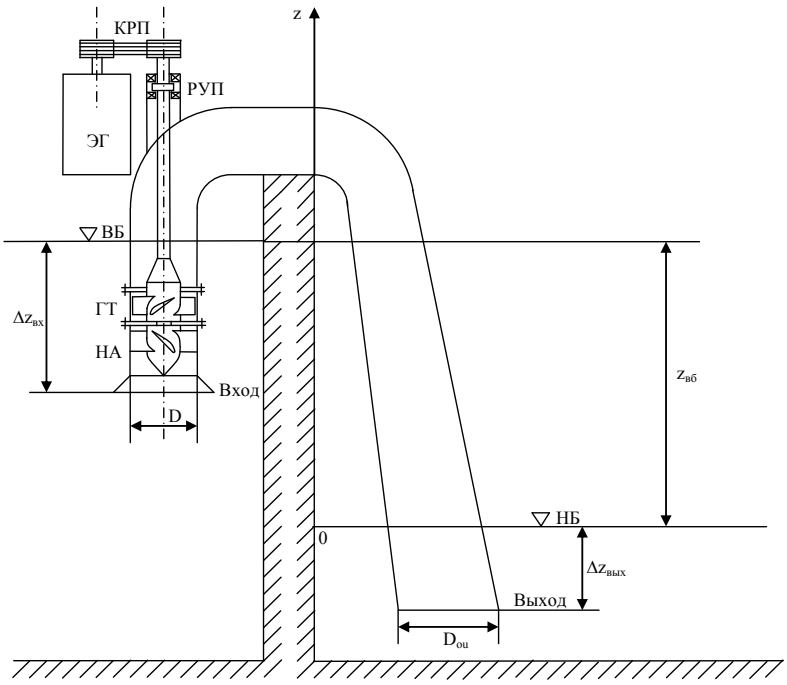



**Рис. 1.** Схема ГЭС сифонного типа

Входящий в формулу (5) коэффициент момента $K_M$ является функцией относительной поступи $\Lambda_P = \dfrac{\upsilon_T}{\sqrt{\upsilon_T^2 + n^2 D_T^2}}$ и шагового отношения $P/D_T$. Кроме того этот коэффициент зависит от числа лопастей $z_T$, дискового отношения ротора турбины $\theta_T$, а также от геометрии НА.

Осевая сила, возникающая на турбине, определяется формулой

$$T_T = K_T \rho D_T^2 (\upsilon_T^2 + n^2 D_T^2), \qquad (6)$$

где коэффициент упора зависит от тех же параметров, что и $K_M$.

Определение гидродинамических характеристик гидротурбин $K_M(\Lambda_P)$ и $K_T(\Lambda_P)$ можно выполнить физическим экспериментированием. Как правило, такой эксперимент требует больших затрат времени и средств и экономически неоправдан для мини ГЭС. В настоящее время альтернативу физическим экспериментам представляют получившие широкое распространение CFD технологии численного моделирования. Ниже излагается технология моделирования совместной работы ГТ и НА в программном комплексе FlowVision.

Генерация данных для построения 3D моделей гребных винтов осуществляется в программе GSP, а построение самих моделей выполняется в CAD SolidWorks. На рис.2 представлены полученные таким образом 3D модели НА и ГТ. Далее в этой же CAD системе создается цилиндрический

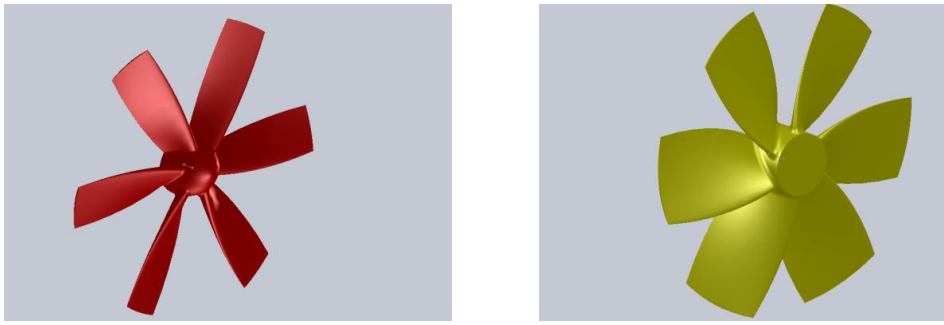


**Рис. 2.** 3D модели направляющего аппарата и гидротурбины

бокс для имитации канала ГЭС в районе НА и ГТ. При помощи фильтра подвижного тела CFD системы FlowVision НА, ГТ и вал ГТ помещаются в бокс и средствами этого пакета осуществляется моделирование работы ГТ. На рис.3 приведено окно CFD системы FlowVision с НА, ГТ и валом в процессе моделирования.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1) задаем момент $M_{EG}$, необходимый для вращения генератора с учетом механических и электрических потерь (тормозной момент для турбины);

2) задаем начальное значение угловой скорости турбины $\omega_{Tini}$ ;

3) запускаем FlowVision на расчет, в процессе которого определяется гидродинамический момент на турбине $M_T$ и решается уравнение вращательного движения

$$J_{xx}\frac{d\omega_T}{dt} = M_{EG} + M_T\,, \qquad (7)$$

в процессе которого в информационное окно с интегральными характеристиками давления на турбине или файл с расширением *glo выводятся значения $\omega_T$, $M_T$ и $T_T$. Расчет ведется до тех пор, пока

$$M_{EG} \approx M_T\,. \qquad (8)$$

По формулам (5-6) рассчитываются и строятся безразмерные характеристики и в виде, показанном на рис.4-5.

Для сравнительного анализа предлагаемого осевого подвода потока на ГТ осуществлено моделирование работы ГТ с более распространенным радиальным подводом. На рис.6 показана ГТ с НА при радиальном подводе потока.

На рис. 7 приведены мощностные характеристики ГТ с осевым и радиальным входом потока, из которых очевиден факт большей эффективности осевого входа из-за существенно меньших гидравлических потерь.

Используя полученные данные выполнен гидравлический расчет и разработан рабочий проект мини ГЭС на водосброс 2,0 м3/с и перепад высот между бьефами 4,0 м для Дыбинской плотины. На рис. 8 приведена 3D модель ГЭС на 50,0 кВт, реализованная к настоящему времени в металле.

В заключение можно отметить, что Предлагаемая методика идродина-

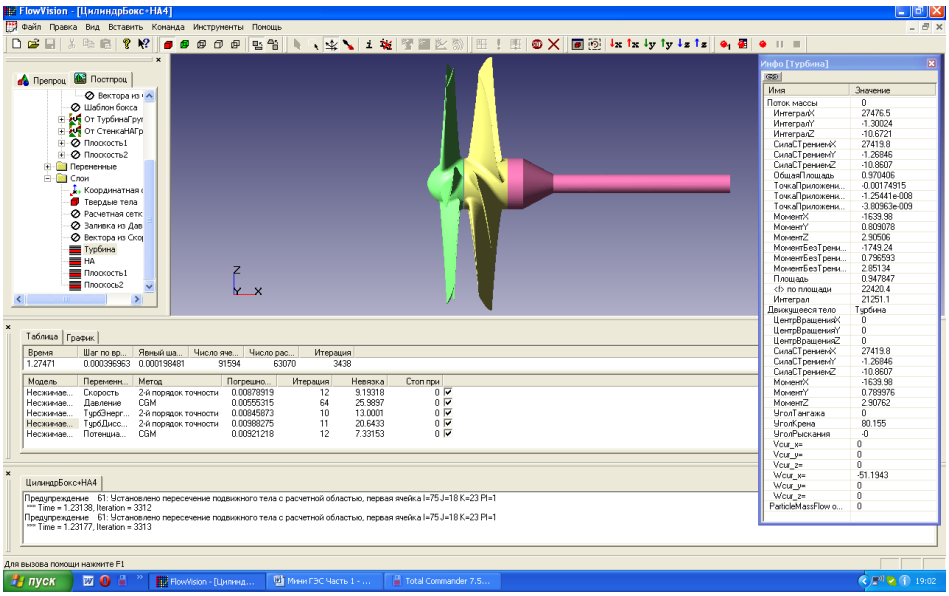



**Рис. 3.** Интерфейс основного окна FlowVision

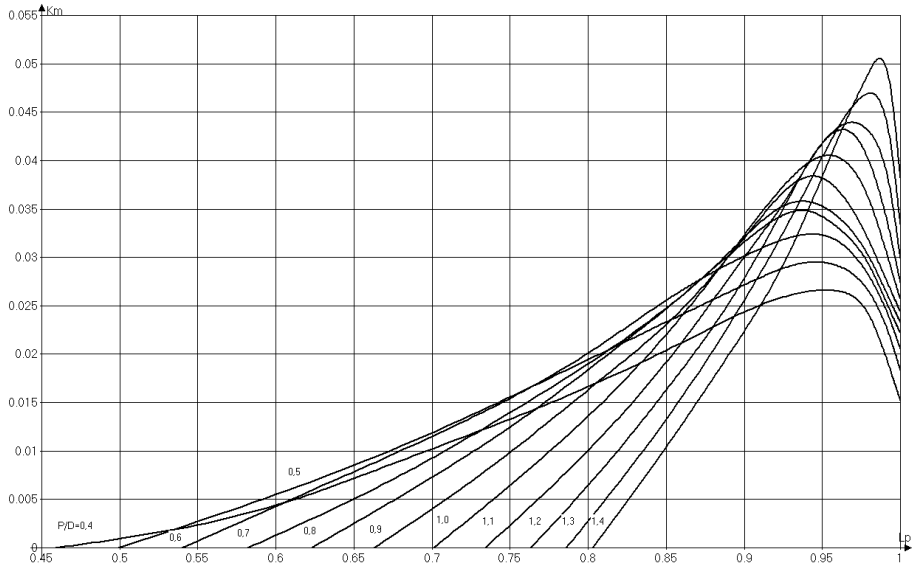



**Рис. 4.** Диаграмма для коэффициента момента $K_M(\Lambda_P, P/D)$

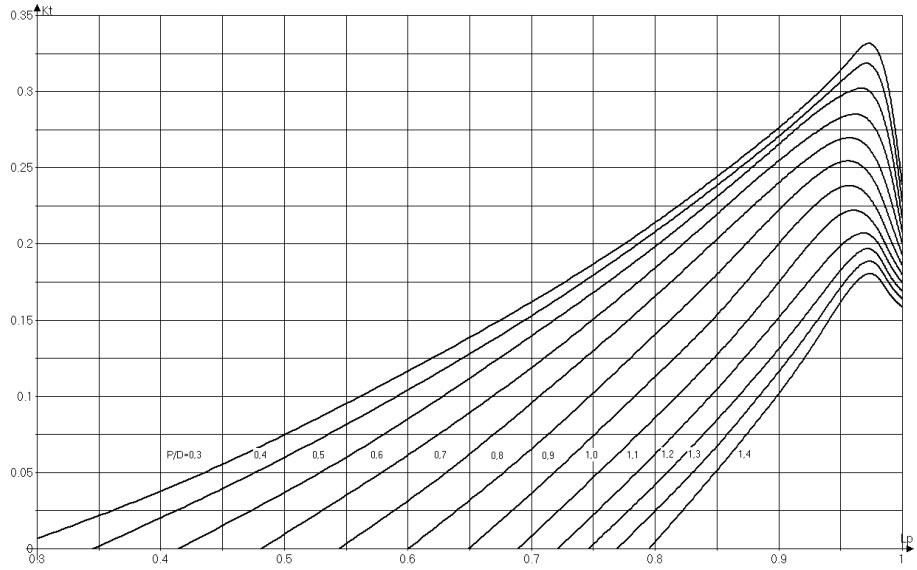



**Рис. 5.** Диаграмма для коэффициента момента $K_T(\Lambda_P, P/D)$

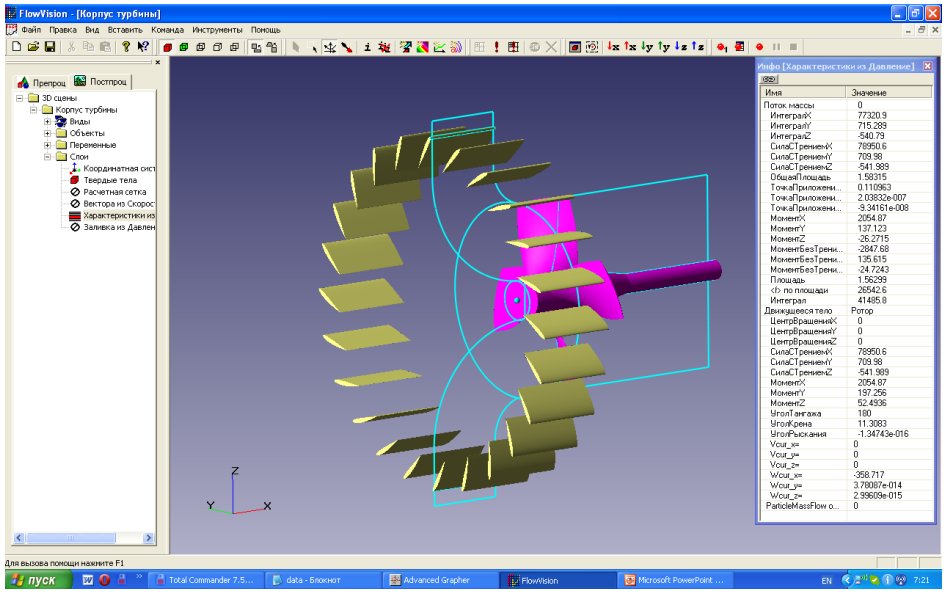



**Рис. 6.** Моделирование работы ГТ при радиальном подводе потока

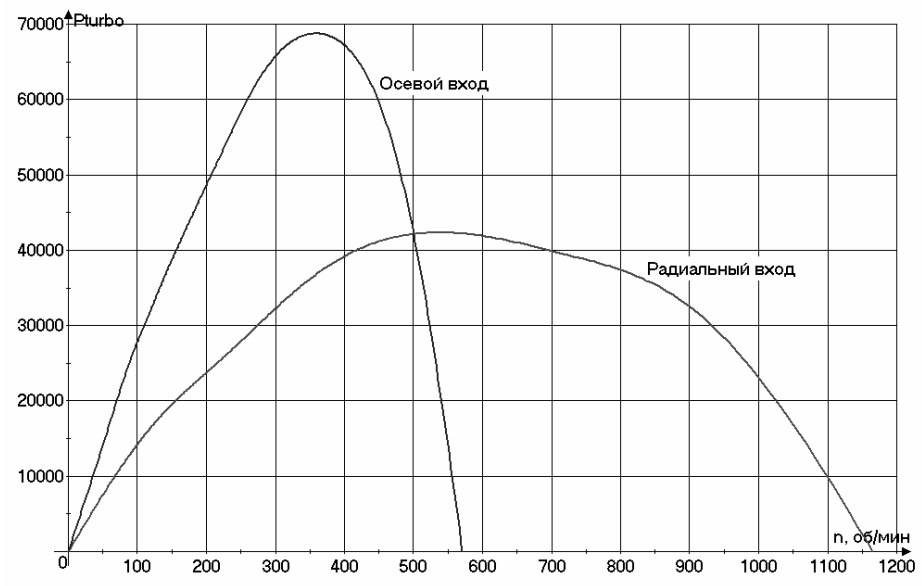



**Рис. 7.** Сравнение мощностных характеристик ГТ при осевом и радиальном входах потока

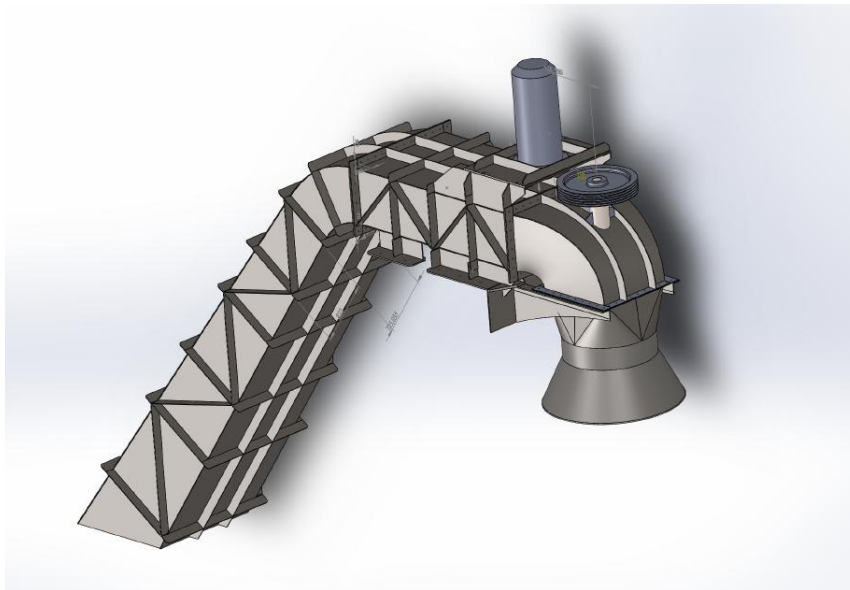


**Рис. 8.** Проект МГЭССТ 2-4-50

мического расчета ГЭС учитывает влияние геометрических характеристик канала, направляющего аппарата и гидротурбины, а безразмерная форма представления результатов дает возможность в сжатые сроки осуществлять проектирование и выбирать оптимальные параметры применительно к конкретным условиям плотины.

УДК 621.833

## ИННОВАЦИОННЫЕ СУДОВЫЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ С ЧЕТЫРЁХПАРНЫМ ТОЧЕЧНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ ЗУБЬЕВ

**Авторы:** Попов А.П.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,*

Развитие редукторостроения с момента появления зубчатых передач и до настоящего времени неразрывно связано с решением актуальных проблем, направленных на повышение их нагрузочной способности по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба, на уменьшение весогабаритных показателей и на улучшение виброакустических характеристик путем снижения уровней шума и вибрации.

В наибольшей степени указанные проблемы решены в зубчатых передачах Попова А.П. с точечной и *n* - парной системой зацепления зубьев [1, 2]. Основой для разработки и расчетов указанных зубчатых передач послужила новая теория контактной прочности, разработанная проф. А.П. Поповым [1].

Результаты инновационных разработок зубчатых передач на основе новой теории контактной прочности нашли своё отражение в 14 - ти публикациях, представленных в газетах и журналах Украины, России, Германии, Голландии и Польши, в том числе и в [3]. Опытные образцы редукторов с точечной системой зацепления зубьев были изготовлены в Украине и в Китае, где они прошли успешные испытания. Однако наибольшего внимания заслуживает зубчатая передача Попова А.П. с трёхпарной и точечной системой зацепления прямых зубьев с «глубоким» профилем, изготовленная и успешно испытанная в Канаде применительно к судам береговой охраны [4].

А теперь рассмотрим сущность предлагаемой зубчатой передачи, которая заключается в том, что каждая шестерня и каждое колесо этой передачи состоит из четырёх венцов одинаковой длины $b_m = (b_w - 3c)/4$, разделённых относительно друг друга кольцевыми канавками шириной $c = 5…10$ мм, где $b_w$ – ширина четырёхвенцовой шестерни (четырёхвенцового колеса). При этом вторые, третьи и четвертые венцы шестерни и колеса повёрнуты в окружном направлении относительно первых венцов шестерни и колеса на углы соответственно $\varphi_{12}$, $\varphi_{13}$, $\varphi_{14}$ і $\varphi_{22}$, $\varphi_{23}$, $\varphi_{24}$, определение которых дано в [2].

Начальный точечный контакт зубьев шестерни и колеса, при отсутствии нагружения, осуществляется за счёт замены прямолинейных образующих боковых поверхностей зубьев шестерни криволинейными образующими с радиусом кривизны *R*.

Для определения максимальных контактных напряжений в рассматриваемой зубчатой передаче при коэффициентах Пуассона $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ и модулях упругости материалов $E_1 = E_2 = E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа для сталей используется зависимость [2]:

$$\sigma_{\max} = 0{,}229\kappa \sqrt[3]{\frac{\alpha(\alpha+\nu)^2 E^2 F_n}{\rho_w^2}}, \qquad (1)$$

где $\kappa = 1{,}06\ldots1{,}10$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между венцами; $\alpha = \sqrt{\rho_w / R}$ – коэффициент; $\rho_w$ – приведенный радиус кривизны зубьев в полюсе зацепления; $R = b_m^2/8\Delta S$; $\Delta S = 0{,}008\ldots0{,}030$ мм – параметр криволинейности зубьев шестерни в торцевых сечениях; $F_n$ – нормальная сила, действующая на сопряженную пару зубьев.

Если образующие боковых поверхностей зубьев шестерни выполнить прямолинейными, что возможно при $R = 0$, то в этом случае максимальные контактные напряжения в них будут определяться по формуле Герца

$$\sigma_H = 0{,}418\sqrt{\frac{\kappa E F_n}{\rho_w (b_w - 3c)}}. \qquad (2)$$

Для оценки диаметральных, как и осевых размеров, в рассматриваемой зубчатой передаче с целью сравнения с аналогичными размерами традиционной зубчатой передачи следует исходить из равенства $\sigma_{\max} = \sigma_H$, полагая в качестве переменной величины в формуле (1) коэффициент $\alpha$.

При нагружении рассматриваемой зубчатой передачи нагрузка распределяется по большим площадкам контакта по сравнению с линейной системой зацепления зубьев, что приводит к уменьшению напряжений изгиба в $1/K_R$ раз, при этом коэффициент $K_R$ определяется по формуле [2]:

$$K_R = 0{,}849\sqrt{b_m} \cdot \sqrt[3]{\alpha(\alpha+\nu)^2} \cdot \sqrt[6]{\frac{E}{\kappa^3 \rho_w F_n}}. \qquad (3)$$

Снижение уровня вибрации и шума $\Delta L$ в децибелах (дБ) в предлагаемой зубчатой передаче оценивается по формуле [2]:

$$\Delta L = 20 \lg \frac{n_1(n_1+1)}{2n}, \qquad (4)$$

в которой $n$ – число венцов; $n_1 = n\varepsilon_\alpha$ – число пар зубьев венцов, находящихся в контакте; $\varepsilon_\alpha$ – коэффициент торцевого перекрытия зубьев. При определении $n_1$ следует принимать целое числа $n_1$, например, при $n = 2$ и $\varepsilon_\alpha = 1{,}8$ имеем $n_1 = 2 \cdot 1{,}8 = 3{,}6$, в связи с чем принимаем $n_1 = 3$.

Для подтверждения высокой эффективности предлагаемой зубчатой передачи выполним расчет зубчатой передачи с точечной и четырёхпарной системой зацепления прямых зубьев. Основой для данной передачи является I ступень двухступенчатого судового редуктора, характеризуемая данными: $z_1 = 36$; $z_2 = 110$; $m = 6$ мм; $\alpha_w = 20^\circ$; $b_w = 215$ мм; $\alpha = 0{,}3$; $E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа; $F_n = 3{,}93 \cdot 10^4$ Н.

При переходе от одновенцовой I ступени редуктора к четырёхвенцовой ступени принимаем $c$ = 10 мм; $\kappa$ = 1,1, в связи с чем, получим $b_m$ = 50 мм; $R$ = 31250 мм при ΔS = 0,010 мм и α = 0,0298 при $\alpha_w = mz_1z_2\sin\rho_w/2(z_2 \pm z_1)$ = 27,828 мм. Затем по формулам (1) – (3) определяем $\sigma_{max}$ = 443 МПа, $\sigma_H$ = 587 МПа и $K_R$ = 0,643. На основании выполненных расчетов заключаем, что повышение нагрузочной рассматриваемой зубчатой передачи по сравнению с традиционной зубчатой передачей по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба составляет $(\sigma_H/\sigma_{max})^3$ = 2,326 и в $1/K_R$ = 1/0,643 = 1,555 раза.

Для оценки уровня вибрации и шума в предлагаемой зубчатой передаче определим [2] коэффициенты торцевого перекрытия для стандартных зубьев $\varepsilon_\alpha$ = 1,761 и $\varepsilon_{\alpha г}$ = 2,379 для зубьев с «глубоким» профилем. Высота зубьев с «глубоким» профилем $h_{ar} = 2{,}75m$, а зубьев с нормальным профилем – $h_a = 2{,}25m$.

При $\varepsilon_\alpha$ = 1,761 имеем $n_1$ = 7, в связи с чем по формуле (4) определим $\Delta L$ = 16,9 дБ. С учётом «глубокого» профиля зубьев при $\varepsilon_{\alpha г}$ = 2,379 определим $\Delta L$ = 21 дБ. Если от прямозубого зацепления в данном примере перейти к косозубому зацеплению, приняв угол наклона зубьев β = 20°, то в этом случае для стандартных зубьев найдем $\Delta L$ = 23,5 дБ, а для зубьев с «глубоким» профилем получим $\Delta L$ = 25,8 дБ.

Таким образом, в результате выполненных расчётов установлены очень высокие нагрузочные показатели и существенно улучшенные виброакустические характеристики рассматриваемой зубчатой передачи, не имеющие на сегодняшний день аналогов в мировом редукторостроении.

**Литература.**

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

2 **Патент № 35343 на корисну модель.** Україна. Зубчаста передача з точковою і чотирипарною системою зачеплення зубів / Попов О.П., Кипрєєв Ю.М. – u200805267; заявл. 22.04.08; опубл. 10.09.08. Бюл. № 17.

3. **Подгуренко В.С.** Революция в редукторостроении [Текст] / В.С. Подгуренко. – Киев: Техническая украинская газета №42 (197) от 01.11.2011г.

4. **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.

# БОЙОВІ МОРСЬКІ РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ФЛОТУ

Яким'як Степан Володимирович, капітан 1 рангу, к.військ.н., доц., начальник кафедри ВМС Національного університету оборони України імені Івана Черняховського

Як відомо, Стратегією національної безпеки України, що затверджена Указом Президента України від 26 травня 2015 року №287/2015, серед заходів підвищення обороноздатності держави (у п. 4.3 цього документу) передбачено «…формування адекватних загрозам військово-морських спроможностей України, забезпечення оборони морського узбережжя держави». Наголос на підвищенні обороноздатності держави з моря є невипадковим, адже Російська Федерація здійснила свою агресію проти України саме з використанням морського напрямку, захопила Крим та робить спроби захопити приазовську частину морського узбережжя. Це й обумовлює пошук способів та засобів, які б дозволяли найбільш раціонально нейтралізувати загрози з моря. Однією з сучасних концепцій ведення війни на морі є концепція застосування роботизованих морських систем. Безекіпажні (безпілотні) системи дозволяють більш ефективно виконувати бойові завдання, мінімізуючи при цьому людські втрати.

Окрім того, аналіз досвіду антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей засвідчив про значне зростання масштабів та ефективності застосування безпілотних авіаційних комплексів. Водночас, аналіз характеру дій противника на морі та з моря, зокрема нанесених ним втрат катерному складу Морської охорони Держприкордонслужби України 31.08.2014 та 07.06.2015, дозволяє стверджувати про значну потребу в ефективних бойових безекіпажних системах. Це, безумовно, вимагає динамічного опрацювання рішень щодо створення бойових морських роботизованих систем (далі – БМРС) для Військово-Морських Сил Збройних Сил України (далі – ВМС ЗС України). Водночас, аналіз сучасних світових тенденцій показує, що провідні та інші морські держави активно займаються створенням БМРС для власних військово-морських сил.

За поглядами вітчизняних фахівців, головною організаційною проблемою щодо створення БМРС для ВМС ЗС України є відсутність комплексного підходу у виробленні і прийнятті рішень щодо розроблення таких систем і прийняття їх на озброєння (і це в умовах війни!). Як наслідок цього – відсутня концепція створення і використання БМРС Збройних Сил України, у якій було б системно визначено наявну проблему та шляхи її вирішення.

Концепція створення і використання БМРС за аналогією з іншими подібними концепціями мала б містити такі структурні складові: опис проблемної ситуації та мета концепції; загальні засади застосування БМРС у сучасних умовах та на прогнозовану перспективу (завдання, що можуть покладатися на БМРС, та загальний порядок їх виконання; особливості за-

безпечення та управління БМРС; необхідні види та склад БМРС, основні вимоги до них); основні принципи, етапи, заходи та ризики створення БМРС; особливості управління створенням БМРС та оснащення ними ЗС.

Аналіз можливостей сучасних іноземних і вітчизняних дистанційно керованих та автономно діючих підводних і надводних апаратів дозволяє визначити перелік завдань, що можуть покладатись на БМРС: ведення спостереження та розвідки у підводній і надводній сфері; пошук (допошук) і знищення підводних і надводних об'єктів противника; пошук (допошук) кораблів, катерів, суден, літальних апаратів, що терплять лихо у морі, та участь у наданні їм допомоги; здійснення заходів за видами бойового забезпечення (навігаційно-гідрографічного, протимінного, протипідводно-диверсійного, протичовнового, пошуково-рятувального, інженерного та ін. видів забезпечення). У подальшій перспективі спектр бойових завдань БМРС розшириться аж до повної заміни нероботизованих систем. Опис порядку виконання БМРС визначених завдань повинен передбачати вказання: порядку їх розгортання в район застосування (самостійно чи за допомогою надводних або авіаційних носіїв; порядок маневрування та забезпечення прихованості та т.і.); порядок бойового маневрування у районі призначення та функціонування за типовими бойовими ситуаціями; порядок згортання до пункту базування чи перерозгортання у наступний район дій. Під час формулювання особливостей забезпечення та управління БМРС слід докладно визначити загальні вимоги до здійснення заходів всебічного забезпечення, зокрема порядок їх утримання і обслуговування, а також вказати основні елементи системи управління БМРС, зокрема центри обробки інформації, отриманої від БМРС, та оперативного управління у ході бойового застосування.

Як засвідчує аналіз сучасного характеру застосування сил на морі та умов обстановки, що може скластися, у першу чергу фізико-географічних умов застосування БМРС, ЗС потребують багатофункціональних морських малорозмірних платформ модульного оснащення для застосування у мілководних (Азовське море) та інших морських районах. Конкретний склад і кількість БМРС залежатиме від досягнутого технічного рівня та прогнозованих умов оперативно-тактичної обстановки. За своєю будовою такі платформи повинні мати уніфіковані блоки: забезпечення руху та енергетики; навігації, обробки і передачі даних; спеціального обладнання (відповідно до призначення).

Важливою структурною складовою концепції є розділ, у якому викладаються основні принципи, етапи, заходи та ризики створення БМРС. Як бачиться, до основних принципів слід віднести: системність у прийнятті і реалізації рішень; створення загальнодержавної системи розробки, побудови, використання та утилізації БМРС з опорою на національний науковий потенціал та ОПК і забезпеченням за можливістю повного циклу їх створення; міжвідомчого узгодження потреб у видах і кількостях БМРС із забезпеченням комплексного виробництва для усіх відомств, що потребують таких систем, у тому числі Міноборони, Держприкордонслужби, МВС,

Мінінфраструктури та ін.; систематичного фінансування як пріоритетного інноваційного заходу соціально-економічного розвитку держави з використанням схеми «захищеного рядка» Держбюджету.

Послідовність створення БМРС та оснащення ними ЗС та структур інших відомств держави повинна передбачати такі етапи:

перший – проведення апробації та експериментальних досліджень використання наявних вітчизняних і закордонних безпекіпажних підводних (надводних) апаратів з визначенням їх можливостей щодо виконання типових бойових завдань, у тому числі в бойових умовах в морських районах, прилеглих до зони проведення антитерористичної операції, та районах бойової діяльності ВМС ЗС України та загонів Морської охорони Держприкордонслужби, а також у разі можливості – прийняття таких апаратів на озброєння, замовлення їх для виробництва у необхідних кількостях; проведення подальших досліджень щодо новітніх БМРС;

другий – розроблення новітніх БМРС, у тому числі як комплексних систем контролю обстановки, виявлення та ураження противника та забезпечення дій своїх сил.

Слід зазначити, що усі заходи щодо створення і використання БМРС доцільно структурувати за напрямками: організаційно-планувальні; нормативно-правові; виконавчі (за конкретними планами зі створення, побудови, прийняття на озброєння, використання за призначенням, утилізації); забезпечувальні (за видами забезпечення, у першу чергу, – фінансового та матеріально-технічного); побудови системи управління процесами створення і використання БМРС.

До основних ризиків, які можуть виникнути для України у випадку, якщо дана концепція не буде розроблена та ефективно реалізовуватись, слід у першу чергу віднести такі: зниження можливостей України щодо найбільш повного та своєчасного використання передового національного науково-технічного потенціалу для розвитку економіки держави; втрата конкурентних спроможностей щодо створення новітніх технологій, новітніх зразків техніки у даній галузі, нового озброєння і військової та спеціальної техніки як для національних Збройних Сил, інших відомств, так і для їх експорту закордон; зниження можливостей щодо досягнення потрібного рівня обороноздатності і забезпечення національної безпеки України у даних умовах і в майбутньому.

Також дуже важливим елементом концепції є визначення особливостей управління процесом створенням БМРС. З урахуванням того, що Україна дефакто знаходиться в умовах особливого періоду (здійснюються мобілізації, ведеться підготовка до повномасштабної оборони держави), а також того, що в країні відбувається становлення нової системи державного менеджменту, для забезпечення ефективного управління процесами створення БМРС необхідно передбачити чітку вертикаль управління та відповідний розподіл повноважень. Перш за все, потрібно здійснювати систематичне прийняття (уточнення) рішень з питань створення БМРС у форматі засідань Ради національної безпеки та оборони України і введенням їх у дію указами Пре-

зидента України. Перше таке засідання уже повинно було бути проведене давно. Також при Уряді України має бути створений відповідний комітет з опрацювання рішень у даній сфері (у випадку створення Морського комітету чи колегії – він повинен опікуватись цими питаннями). До роботи у даному комітеті (колегії) мають бути запрошені представники органів управління – замовників БМРС, представники підприємств оборонно-промислового комплексу, науково-дослідних установ, громадських організацій. У відповідних департаментах Міністерства оборони України та інших відомств, а також їх структурних підрозділах (зокрема у Командуванні ВМС ЗС України, у складі управління кораблебудування) та науково-дослідних установах повинні бути створені відділи (управління) БМРС. За умови побудови такої системи управління можна очікувати системної та ефективної роботи зі створення БМРС. У якості висновку слід зазначити, що Україна має значні потенційні можливості зі створення сучасних БМРС, а реальний стан національної безпеки вимагає акумулювання усіх можливих ресурсів для захисту України від нападу агресора з морського напрямку.

УДК 629.5

## ШВИДКОХІДНИЙ КАТЕР ПРОЕКТУ «БРИЗ-40»

Жолоб О.Г., Борисов В.Є, Хардіков В.П., Пшеничний В.В.
*Україна, Миколаїв, ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування»*

На основі багаторічного досвіду експлуатації катерів проекту 1400М (шифр «Гриф») нашим підприємством було розроблено технічне рішення по їхній заміні. При розробці були враховані пропозиції від організацій, які використовують такі катери на протязі багатьох років. У результаті було реалізовано перспективний проект швидкохідного катера «Бриз-40». Прикордонники позиціонують катер, як швидкохідний катер перехоплювач.

Для оцінки ходових якостей катера нашим підприємством у жовтні 2014 року було укладено договір з НУК ім. адмірала Макарова на проведення модельних випробувань у дослідовому басейні. Деякі результати випробувань наведено на рис. 1.

Результати випробувань стали підґрунтям для розробки технічного проекту на створення такого катера.

В основу розробки катера проекту 58165 “Бриз-40” було закладено його бюджетность з орієнтацією, у першу чергу, на вітчизняного виробника і застосування загальнопромислових і серійних, по можливості, зразків устаткування (рис. 2).

Мета розробки технічного проекту катера:

створення швидкохідної «платформи» катера для потреб Державної прикордонної служби України, ВМС України, а також для потенційного Іноземовника;

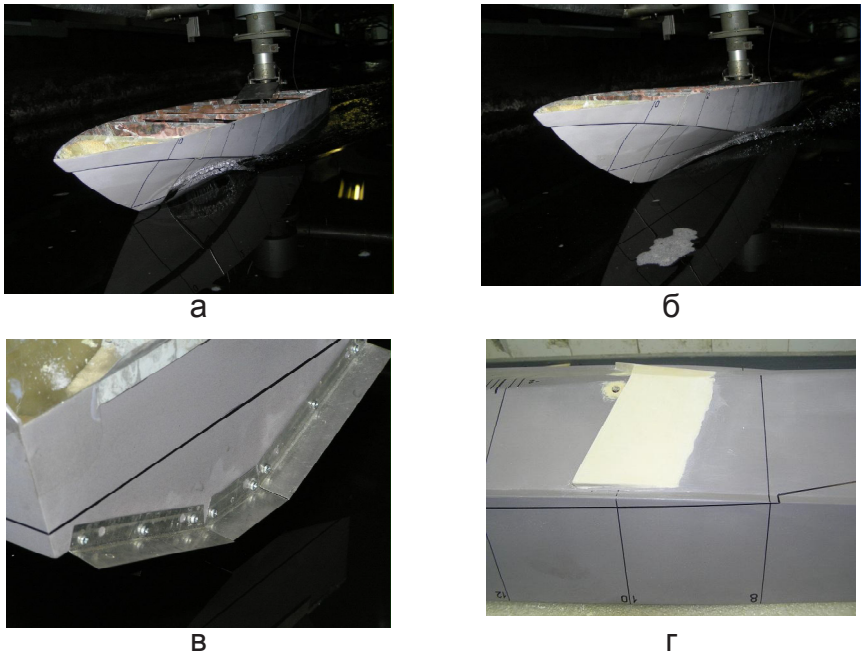



**Рисунок 1** – Результати басейнових випробувань катера «Бриз-40»: а - швидкість руху 15 вузлів, водотоннажність 45 т; б - швидкість руху 38 вузлів, водотоннажність 45 т; в - випробування з транцевою плитою; г - випробування з поперечним реданом




**Рисунок 2 –** Проект катера проекту 58165 “Бриз-40” та пропозиції щодо міжнародної кооперації

Основні задачі, які виконує катер морської охорони «Бриз-40П:

охорона державного кордону.

допомога державним органам в їх діяльності за контролем та збереженням природних ресурсів, виконанням правил промислового та іншого виду діяльності, охороні природного середовища в межах державного кордону;

участь у боротьбі з організованою злочинністю та протидія незаконній міграції на державному кордоні;

участь у проведені пошуково-рятувальних операцій.

Основні задачі, які виконує патрульний катер «Бриз-40М:

захист національних інтересів в сфері морської та військово-морській діяльності держави в близькій морській зоні;

ведення тактичної розвідки, несення бойового та спеціального чергування;

боротьба з катерами противника;

охорона кораблів та суден під час стоянок на зовнішніх рейдах, в тому числі виявлення та знешкодження підводно-диверсійних сил та засобів;

взаємодія з Державною прикордонною службою України стосовно підсилення державного кордону.

Основні проектні тактико-технічні характеристики катера::

водотоннажність – 44,6 т;

довжина найбільша – 25 м;

ширина найбільша – 5,2 м;

осадка габаритна – 1,58 м;

швидкість повного ходу – 38,5 вузлів;

дальність плавання – понад 500 миль;

автономність – 5 діб;

екіпаж – 6 чоловік.

Слід зазначити, що даний тип катера є потенційно експортним варіантом. Це спонукало конструкторів на створення проекту, орієнтованого на ДК «Укрспецекспорт».

# Секція 1.
# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

УДК 629.128.5

## РОЗРОБКА СХЕМ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ БАЛАСТНИХ ВІДСІКІВ ТРАНСПОРТНИХ І НАФТОНАЛИВНИХ СУДЕН, МЕТАЛЕВИХ Й КОМПОЗИТНИХ ПЛАВУЧИХ РЕМОНТНИХ ДОКІВ

**Автори:** Щедролосєв О.В., Узлов О.М., Кириченко К.В.,
*Херсонська філія НУК, м. Херсон*

**Вступ.** Баластні відсіки чистого баласту транспортних і нафтоналивних суден, композитних і металевих доків, в яких вологість протягом усього періоду експлуатації плаваючих споруд знаходиться в межах близько 100%, мають великі поверхні металоконструкцій, які вимагають значних трудовитрат на відновлення їх працездатності впродовж усього періоду експлуатації [1].

Баластні відсіки суден й доків характеризуються жорсткими умовами експлуатації, оскільки вони зазнають систематичного впливу корозійного середовища й концентрації вологи на внутрішніх поверхнях. Наприклад, періодичність змочування для доків (при докуванні) поверхонь баластних відсіків у середньому становить 7…8 діб при загальній тривалості близько 3 % календарного часу. Вологість у відсіках практично не змінюється й стійко тримається в межах 97…100%. Металоконструкції баластних відсіків суден й доків з точки зору відновлювальних робіт відносяться до важкодоступних.

Проблема захисту поверхонь баластних відсіків у комплексі заходів щодо захисту корпусу займає особливе місце, оскільки, якщо для підводної частини суден транспортного і нафтоналивного флотів та металевих доків, що постійно перебуває в морській воді, протекторна й катодна захисти є ефективними засобами, що дозволяють у комбінації з існуючим покриттям значно збільшити міждоковий період експлуатації, то для захисту металоконструкцій баластних відсіків від корозії застосовувані схеми є малоефективними й забезпечують захист лише до 3…4 років. У цьому випадку міждоковий період експлуатації становить 4…5 років

Ремонтопридатність цистерн чистого баласту суден і баластних відсіків композитних плавучих ремонтних доків характеризується витратами часу, праці й матеріальних засобів на виконання технічного обслуговування й ремонтів у заданих умовах експлуатації.

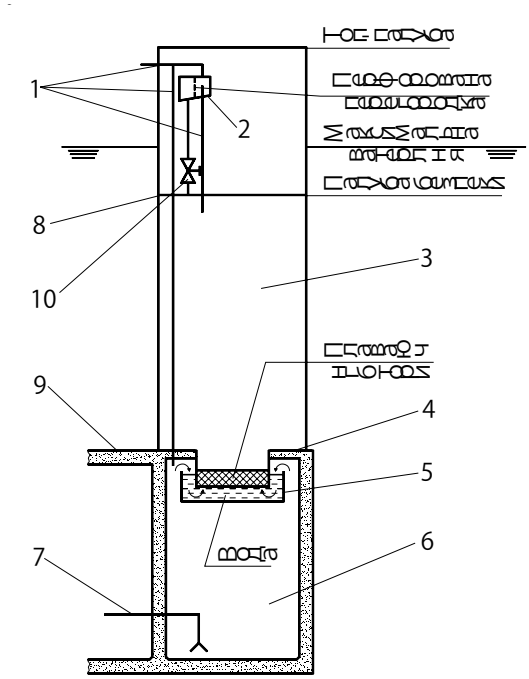



**Рис. 1** Схема баластного відсіку з відсічним пристроєм [3]
1-повітряна труба; 2-розширювальна цистерна; 3-верхня зона металоконструкцій баластного відсіку; 4-платформа; 5-відсікач; 6-нижня зона залізобетонних конструкцій баластного відсіку; 7-приймач баластної системи; 8-палуба безпеки; 9-стапель-палуба, 10-клапан Dy 50-спускний.

Мета дослідження. Метою роботи є - розробка баластного відсіку і схем систем для можливості застосування плаваючих інгібіторів корозії, які наносяться «флотаційним» способом, що забезпечують ремонтопридатність баластних відсіків транспортних і нафтоналивних суден, металевих й композитних плавучих ремонтних доків.

***Основний текст.*** Рішенням проблеми захисту металоконструкцій баластних відсіків від корозії є застосування плаваючих шарів водонерозчинних інгібіторів [2].

Для можливості застосування захисту від корозії металоконструкцій баластних відсіків композитних доків плаваючим шаром мастил необхідно на стадії проектування передбачити комплекс спеціальних конструктивно-технологічних заходів та вимог.

Вимоги до конструкції баластного відсіку:

1. Баластний відсік повинен бути розділений на дві зони платформою з відсічним пристроєм:

– зона залізобетонних конструкцій відсіку – 6;

– зона металоконструкцій відсіку – 3.

2. При нанесенні захисних покриттів повинен бути забезпечений диффе-рент дока в межах 2…3 градусів.

1-повітряна труба; 2-розширювальна цистерна; 3-верхня зона металоконструкцій баластного відсіку; 4-платформа; 5-відсікач; 6-нижня зона залізобетонних конструкцій баластного відсіку; 7-приймач баластної системи; 8-палуба безпеки; 9-стапель-палуба, 10-клапан Dy 50-спускний.

При цьому передбачається поділ баластного відсіку платформою на верхню зону металоконструкцій 3 і нижню зону залізобетонних конструкцій 6, що з'єднуються між собою відсікачем 5, а також з атмосферою – повітряними трубами 1.

**Висновок.** Розроблені елементи баластного відсіку і схеми систем транспортних і нафтоналивних суден, металевих й композитних доків, які дозволяють застосувати плаваючі інгібітори для захисту від корозії внутрішніх металевих поверхонь баластних відсіків, за допомогою "флотаційного" методу.

Розроблені спеціальні конструктивно-технологічні заходи та вимоги при проектуванні баластних відсіків й цистерн чистого баласту, а також баластної і зачисної систем, дозволять застосувати використання захисних покриттів методом «флотації», без виведення плаваючих споруд із експлуатації.

**Список літератури:**

1. **Рашковский, А. С.** Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков [Текст] / Н. Г. Слуцкий, В. Н. Коннов, А. В. Щедролосев, А. Н. Узлов; под науч. ред. проф. А. С. Рашковского: Монография. - Николаев: НУК: РАЛ Полиграфия, 2008 - 614 с.

2. **Выхристюк П.Н.** Защита плавучего дока от коррозии плавающим слоем ингибитора СПЭК и смазками [Текст] – «Технология судостроения», 1970, №8 - 64с.

3. **Степанов Г.А.,** Обеспечение ремонтопригодности баластных отсеков композитних ремонтних плавучих доков [Текст] / А.Н. Узлов «Рибне Господарство України», 2011, №1.

УДК 693.611

# ИНТУМИСЦЕНТНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

**Авторы:** Коростылев Л.И., Кочанов В.Ю., Юреско Т.А., Бурзакова И.Г., Клюшнева Я.С.
*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

Разработка огнестойких вспучивающихся покрытий ОВП обусловлена, прежде всего, тем, что они относительно тонкослойны, при нагревании не выделяют значительного количества токсичных веществ, обладают высокой огнезащитной эффективностью и могут быть нанесены на защищаемую поверхность различными механизированными методами. При воздействии высокой температуры толщина и объем вспучивающегося покрытия увеличиваются в десятки раз за счет образования негорючего и твердого вспененного слоя (кокса) с плотностью 3·10-3 – 3·10-2 г/см3 и коэффициентом теплопередачи, близким к воздуху. Слой кокса действует как физический барьер для передачи тепла от пламени к удаленным от поверхности слоям покрытия и далее к защищаемой конструкции, уменьшая теплопередачу примерно в 30 раз [1,2,3]. Особенно эффективны ОВП при пожарах в замкнутых пространствах – судовых отсеках, аэрокосмических конструкциях, помещениях АЭС.

В качестве связующего в составе огнестойкого покрытия выбрана кремнийорганическая смола, которая обладает хорошими технологическими характеристиками (низкая вязкость, температура отверждения 20°С), нетоксичная с низким водопоглощением. К недостаткам следует отнести невысокую механическую и адгезионную прочность ($\sigma$ =1,5÷3 МПа), которые удается повысить за счет применения специальной грунтовки для улучшения адгезии. Для придания ОВП способности вспучиваться при резком повышении температуры в его состав вводятся следующие мелкодисперсные наполнители:

- Гидроксид магния и тригидрат алюминия – при температурах 190 ÷300°С химически разлагаются с выделением воды, при этом поглощается значительное количество тепловой энергии. Это делает их эффективным антипиреном.

- Пентаэритрит – в составе ОВП выполняет функцию углеродсодержащей компоненты, необходимой для образования пенококсового слоя.

- Меламин – в составе ОВП выполняет функцию углеродсодержащей и пленкообразующей компоненты, необходимой для образования пенококсового слоя.

- Полифосфат аммония (NH4PO3)n при n > 1000 - в составе ОВП, выполняет функцию газообразователя, необходимого для образования пенококсового слоя и источника фосфорной кислоты, которая препятствует горению углеродсодержащих компонентов.

Все компоненты наполнители по санитарно-медицинским показателям является слаботоксичными продуктами, и могут быть использованы для производства огнестойкого покрытия.

Механизм работы огнестойкого покрытия интумесцентного типа следующий: на начальных стадиях повышения температуры (до 190÷200°С) огнестойкое ОВП не претерпевает видимых изменений структуры материала ввиду высокой теплостойкости кремнийорганической смолы. Далее при росте температуры начинается разложение тригидрата алюминия с выделением воды и частичным вспениванием огнестойкого покрытия. При повышении температуры до 270 °С начинаются химические процессы, связанные с разложением полифосфата аммония и пентаэритрита, интенсивным газовыделением и вспениванием поверхностных слоев огнестойкого покрытия. При этом начинается образование коксового слоя. Практически сразу, при температуре 290°С начинается термическое разложение гидроксида магния с выделением воды, дополнительным вспениванием огнестойкого покрытия и отводом тепла. Образующийся при этом оксид магния MgO укрепляет коксовый слой. При температуре 350°С разлагается последний из активных компонентов - меламин C3H6N6 , который играет роль пленкообразователя и окончательно закрепляет пенококсовый слой огнестойкого покрытия интумесцентного типа.

Для изготовления образцов материала огнестойкого покрытия выполнено планирование полнофакторного эксперимента с тремя переменными параметрами:

$x_1$ - концентрация углеродсодержащей составляющей;

$x_2$ - концентрация вспенивающей составляющей;

$x_3$ - концентрация минеральной составляющей.

План полнофакторного эксперимента с тремя переменными параметрами (концентрация компонентов наполнителя) приводится в таблице. Технология изготовления экспериментальных образцов ОВП заключалась в смешении компонентов в соответствии с выбранной рецептурой и нанесения покрытия на поверхность стальной пластины.

**Таблица** - План-матрица полнофакторного эксперимента.

| № опыта | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_1$(%) | $x_2$(%) | $x_3$(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | + | + | + | 40 | 60 | 12,5 |
| 2 | – | + | + | 30 | 60 | 12,5 |
| 3 | + | – | + | 40 | 50 | 12,5 |
| 4 | – | – | + | 30 | 50 | 12,5 |
| 5 | + | + | – | 40 | 60 | 7,5 |
| 6 | – | + | – | 30 | 60 | 7,5 |
| 7 | + | – | – | 40 | 50 | 7,5 |
| 8 | – | – | – | 30 | 50 | 7,5 |

Испытания всех образцов огнестойкого покрытия выполнялись при следующих условиях:

- в качестве источника пламени использовалась газовая горелка «ТОРЕХ», мощностью 1,9кВт и температурой пламени до 1350 °С;

- экспериментальные образцы ОВП помещались в специальный кондуктор, состоящий из жаростойкой стеклоткани и стальной пластины, по центру которых расположен квадратный вырез, что создает проем для доступа открытого пламени. Скомплектованный таким образом пакет, совместно с блоком измерения температуры жестко закреплялся в кондукторе по контуру пакета и в вертикальном положении устанавливался в лабораторный штатив;

- блок измерения температуры представлял собой розетку из 5-ти термоэлектрических датчиков (термопар хромель – копель), который размещался со стороны не подверженной воздействию пламени. Для контроля температуры на поверхности ОВП использовался один термоэлектрический датчик (термопара хромель – алюмель). Показания всех термоэлектрических датчиков в процессе испытаний регистрировались в автоматическом режиме и обрабатывались в электронном виде.

- температура на поверхности ОВП при испытаниях экспериментальных образцов поддерживалась на уровне 600 ± 30°С, длительность испытаний составляла в среднем 15÷16 мин.

**Выводы.**

1. Разработанный состав ОВП показал хорошие огнезащитные свойства – температура на обратной стороне поверхности лучшей серии образцов при испытаниях не превышала 160°С, что значительно ниже температуры деструкции полимерной изоляции электрических проводов.

2. ОВП нетоксично как при изготовлении, так и при воздействии пламени.

3. Выбор исходной (центральной) концентрации компонентов огнестойкого покрытия, наполнителей является оправданным.

**Список литературы:**

1. **Абсиметов В. Э., Калмагамбетова А. Ш., Гуторов А. А.** Огнезащитная эффективность вспучивающихся покрытий для металла // Строительные материалы. – 2007. – №8. – С.60–62.

2. **Рубан, Л. В.** Роль интумесценции в проблеме огнезащиты полимеров / Л. В. Рубан, Г. Л. Заиков // Текстильная химия - 2008,- № 4 - С. 93-104.

3. **Таубкин С.Н., Колганов М.Н., Левитес Ф.А.** Огнезащитные вспучивающиеся краски. // Полимерные материалы пониженной горючести.

УДК 629.5.01: 629.584

# О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ БЛОКОВ ПЛАВУЧЕСТИ В НЕОБИТАЕМОМ ПОДВОДНОМ АППАРАТЕ «АРГОБУЙ»

**Автор:** Соломонюк Н.С.

В настоящее время расширяются области использования подводных технических средств в зоны Мирового океана с повышенной температурой, например, в районы гидротермальных источников («черных курильщиков»). Повышенный тепловой поток в них связан с большим количеством магматических источников, извергающих перегретый газ, Этот газ нагревает воду до температуры 300…400°С. В воде около «курильщиков» растворены сульфиды металлов, из которых образовывается большое количество рудных ископаемых и обнаружены особые формы жизни, основанные на хемосинтезе, которые сейчас активно изучаются.

Одной из причин ограничения возможности эксплуатации подводных аппаратов в зонах океана с повышенной температурой является наличие в них блоков плавучести, в которых одной из составляющих является полимер. Наиболее распространенными в наше время являются блоки плавучести на основе сферопластиков (полимерных композиционных материалов наполненных стеклянными микросферами). Температура их использования ограничена теплостойкостью полимерной матрицы (не более 100…120°С). Высокая стоимость блоков плавучести из сферопластика также ограничивает их использование. Поэтому для блоков плавучести повышенной теплостойкости предложено использовать неорганические вспененные материалы, в частности – пеностекло. Кроме того, себестоимость пеностекла в 5…7 раз ниже, чем у сферопластика, что позволит значительно повысить конкурентоспособность украинских подводных технических средств.

Поэтому в необитаемом подводом аппарате (НПА) «Аргобуй», спроектированном для Института гидромеханики АН Украины [1], предложено заменить блоки плавучести из сферопластика на блоки из пеностекла. В настоящее время опыта использования блоков плавучести из пеностекла не имеется. В строительстве, где широко используются блоки из пеностекла для тепло- и звукоизоляции [2], технология изготовления, плотность пеностекла и его открытая пористость влияют на конструкционные свойства блока [3], но в условиях гидростатического сжатия эти свойства являются решающими для качества блока и прогнозируемой глубины эксплуатации. Поэтому проведен ряд экспериментов и теоретическая оценка физико-механических свойств пеностекла в заданных условиях.

Исследования свойств пеностекла показали, что наиболее удачным для блоков плавучести является закрытопористое пеностекло (технологическая открытая пористость составляет меньше 3 %) плотностью 550…700 кг/м$^3$. Для него проведены длительные испытания по определению поверхностного водопоглощения на базе 400 часов погружения в гидростатическую камеру с водой [4, 5].

Уменьшение водопоглощения блока происходит нелинейно согласно увеличению его плотности. На малых уровнях давления (до 3 МПа) поверхностное водопоглощение практически не зависит от уровня плотности. При увеличении давления от 6 МПа до 20 МПа водопоглощение растет приблизительно в 5 раз. Эта разница свидетельствует о том, что в материале проходят дополнительные разрушения, как квазиизотропном.

Форма и размер блока также влияет на объем поглощаемой воды, так как она проникает с его поверхности. На изменение плотности блока и соответственно потерю плавучести оказывает влияние отношение площади поверхности блока к его объему $F/V$ – с его уменьшением повреждаемость снижается. Поэтому блоки, имеющие несложную поверхность, можно изготавливать более легкими плотностью 550 кг/м$^3$, а блоки, у которых поверхность значительно больше объема рекомендуется выполнять плотностью не менее 650 кг/м$^3$. Уменьшение подъемной силы аппарата представлено на графике рис.1. Блоки плотностью 650 кг/м$^3$ снижают плавучесть не более чем 3...4 % при давлении 20 МПа и 400 часах эксплуатации.

А блоки плотностью 550 кг/м$^3$ при тех же условиях работы аппарата уменьшают плавучесть на 11,5 %, но конечная плотность у них меньше, чем у более тяжелых блоков, то есть они имеют преимущество в плавучести.

**Выводы**:

Блоки плавучести из пеностекла могут заменить блоки из сферопластика на глубине до 2000 м с уменьшением стоимости подводного аппарата.

При давлении до 12 МПа рекомендуется применять блоки с исходной плотностью 550 кг/м$^3$, а при давлении до 20 МПа – 650 кг/м$^3$.

Блоки плавучести из пеностекла являются перспективными при использовании в подводных аппаратах, не только для работающих при повышен-

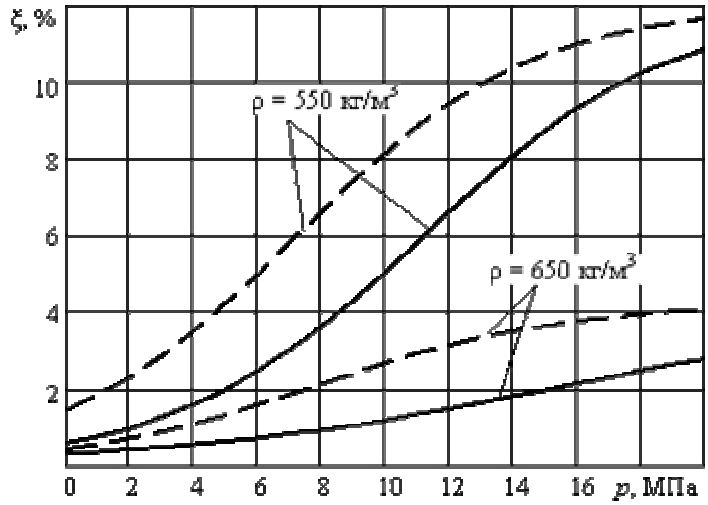



**Рис.1.** Снижение подъемной силы НПА «Аргобуй» в зависимости от глубины и времени погружения за счет повреждаемости блоков плавучести: сплошные линии – 10 часов, штриховые – 400 часов

ной температуре, но и для аппаратов, работающих при обычных условиях эксплуатации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Проблемное отделение подводной техники Академии наук судостроения Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http/www.rov.mksat.net. – 10.12.2010. – Загл. с экрана.

Справочник по производству теплозвукоизоляционных материалов [Текст] /под. ред. Л.М.Бутта – М.: Стройиздат, 1995. – 432 с

Ушков С.С. Конструкционные материалы для глубоководных аппаратов [Текст] /С.С.Ушков, Г.И.Николаев, В.И.Михайлов, Г.В.Матвеев, Ю.Д.Хесин// – Судостроение, 2004. – №5. – С. 111–114.

Програма і методика експериментальних досліджень накопичення пошкоджень у блоку плавучості із композиційного неорганічного матеріалу від дії експлуатаційних факторів при тривалих випробуваннях[Текст]: УКФА. 730131 – 005М – Миколаїв: НУК, 2009. – 13 с.

Методика прогнозування об'ємної пошкоджуваності і поверхневого водопоглинання блоків плавучості із композиційного неорганічного матеріалу при тривалому гідростатичному навантаженні[Текст]: УКФА. 730131 – 005М, НУК ім. адм. Макарова, Миколаїв, 2010 – 17с.

УДК 629.5

# ТЕПЛОІЗОЛІЦІЙНІ БЛОКИ ПЛАВУЧОСТІ В СКЛАДІ НАСЕЛЕНИХ ПІДВОДНИХ ЗАСОБІВ

**Авторы:** Бурдун Е.Т., Юреско Т.А.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

На сьогоднішній день серед підводних технічних засобів, що дозволяють людині, приймати активну участь у освоєнні морських глибин є населені підводні апарати, глибоководні водолазні колокола, а також підводні станції. З урахуванням низьких температур на глибині, що становлять 0…+4 ° С, однією з важливих умов населеності людини всередині підводного засобу, є нормальна температура оточуючого простору, що забезпечується роботою теплогенеруючого обладнання.

В разі аварійних ситуацій, знеструмлення обладнання протягом довгого часу 10 год і більше, обумовлює поступове охолодження внутрішнього простору і може спричинити гіпотермію людини та загибель. Одним із способів теплового захисту та збереження тепла всередині глибоководних об'єктів є обшивка зовнішніх стінок підводної конструкції теплоізолюючими блоками [1].

Сферопалстик з додатковою поруватістю (СДП) є єфективеним матеріалом при роботі на глибині до 1500 м, при достатньо високих теплоізоляційних показниках (коефіцієнт теплопровідності 0,085 Вт/м·К) у порівнння з такими матеріалами як синтактик (λ=0,13 Вт/м·К), синтактичне

піноскло (0,035 – 0,04 Вт/м·К, обмеження за глибиною занурення до 200м).

Основне експлуатаційне навантаження на блоки з СДП – гідростатичний тиск, дія якого супроводжується накопиченням пошкоджень – поступовим руйнуванням повітряних порожнин, і переходом мікропор в макропори. Під дією тиску вода проникає в створені макропори і викликає істотне зниження теплозахисних властивостей блоку.

Проведено експериментальні дослідження на зразках блоку з СДП по визначенню рівня пошкоджуваності та зміні теплофізичних характеристик для двох видів експлуатаційних навантажень. Довготривалі гідростатичні навантаження притаманні для стаціонарного режиму роботи глибоководного об'єкту. Кліматичні – для циклічного занурення підводного засобу та спливання на поверхню в умовах низьких температур повітря.

Результатаи дослідів показали:

- при критичному рівені пошкоджуваності теплоізолюючого блоку СДП, що становить ПКР = 30% за об'ємом, теплопровідність досягає 0,2 Вт/м·К, тобто веде к значному погіршенню теплоізоляційних властивостей блоку.

- механізм руйнування структури при кліматичних випробуваннях залишається таким, як при тривалих тільки на початковій стадії навантаження;

- при кліматичних випробуваннях пошкоджуваність у 2-3 рази вище, ніж при тривалих навантаженнях, що пояснюється тим, що, вода накопичена у внутрішніх порожнинах матеріалу кристалізується у лід, утворюючі тріщини, що сприяє підвищенню водопоглинання при повторній дії гідростатичного тиску;

Обгрунтовано фізичну модель накопичення пошкоджень, засновану на аналогії механізму проникнення води в структуру матеріалу з явищем дифузії в поруватих середовищах:

$$\overline{\Pi}_{\text{д}}(\tau) = \Pi_{\text{П}} - (\Pi_{\text{П}} - \Pi_0) \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{2}{\mu_n} \right)^2 , \quad (1)$$

де $\Pi_0$ – частка повітряних пор, що руйнуються на начальному етапі гідростатичного навантаження, при зануренні наприклад. $\Pi_{\text{П}}$ - частка повітряних пор, що можуть бути зруйновані внаслідок статичної втоми матеріалу.

Побудовано математичну модель накопичення пошкоджень у СДП на основі моделі в'язкопружнього руйнування і логістичного закону розподілу за Вейбуллом.

$$\Pi_{\text{к}} = \frac{1}{1 + \text{e}^{a - b(\ln N)^{\alpha}}} \cdot \frac{1}{1 + \text{e}^{c - d(P)^{\beta}}} , \quad (2)$$

Також побудована математична модель зміни коефіцієнту теплопровідності при дії довготривалого навантаження і кліматичних факторів рис.1, рис.2, результати розрахунку добре співвідносяться з дослідними результатами [2,3].

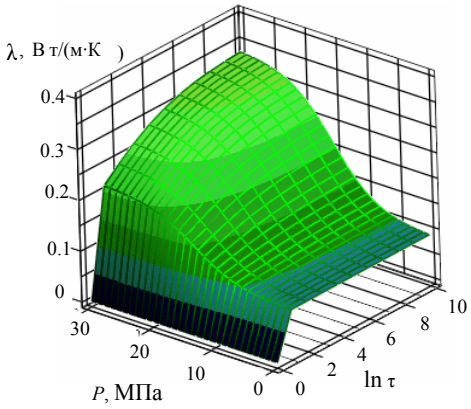



**Рис. 1.** Математична модель зміни коефіцієнту теплопровідності в блоку з СДП блоці від часу витримки τ при різних рівнях тиску *P*.

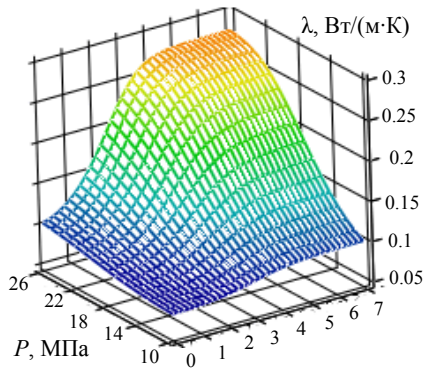



**Рис. 2.** Математична модель зміни коефіцієнта теплопровідності СДП залежно від рівня тиску *P* і кількості циклів температурного впливу *N*

**Висновки.** Отримані математичні моделі дозволяють на стадії проектування теплоізоляційної обшивки спрогнозувати ресурс її роботи залежно від умов експлуатації: глибини занурення, часу занурення, кількість циклів занурення-спливання на поверхню. Отримані результати свідчать про те, що на глибинах менше 500 м пошкоджуваність СДП незначна, і блоки ефективно виконують теплозахисну функцію протягом 30 років експлуатації. В разі аварійних ситуацій, СДП зберігають тепло всередині підводних засобів протягом 8 – 10 год, при товщині блоку не менш 10 см.

**Список літератури.**

1. Океанологические исследования и подводно-технические работы на месте гибели атомной подводной лодки „Комсомолец” [Текст] / под ред. М.Е.Виноградова, А.М.Сагалевича, С.В.Хетагурова – М.: Наука, 1996. – 362 с

2. **Бурдун Е.Т., Юреско Т.А. Кочанов В.Ю.** Моделирование повреждаемости и изменения теплопроводности блоков плаву чести на основе синтактика в условиях эксплуатации // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2008. – №3 (420). – С. 46– 51.

3. **Бурдун Е.Т., Юреско Т.А. Кочанов В.Ю.** Моделирование повреждаемости и изменения теплопроводности блоков плавучести на основе синтактика при климатических испытаниях // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2008. – №5. – С.55 - 60.

УДК 629.584

# К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОРОИДАЛЬНОГО ПРОЧНОГО КОРПУСА ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ ТЕХНИКИ

**Авторы:** Бурдун Е. Т., Крептюк А. В.,
*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев*

Мировое потребление полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе углеродных и стеклянных волокон в нефтегазодобывающей отрасли и судостроении с каждым годом растет. Согласно прогнозу [1], спрос на углеродное волокно в нефтегазодобывающей отрасли с 2015 г. на конец 2020 г. увеличится в 4 раза, в малотоннажном судостроении (яхты, моторные лодки, водные мотоциклы и др.) – в 1,5 раза. Прогнозируется также увеличение использования волокнистых ПКМ в конструкциях подводных аппаратов, судов и сооружений, в частности и как конструкционных материалов для прочных корпусов.

Конструирование и изготовление прочных корпусов для подводных аппаратов и конструкций является одной из проблем освоения больших глубин океана. Поиск новых форм прочных корпусов, внедрение новых конструкционных материалов и освоение технологий изготовления из них прочных корпусов, которые бы обеспечивали минимум массы корпуса и максимум его несущей способности при действии внешнего гидростатического давления, являются предметом исследования в подводном судостроении.

Рассматривается вопрос проектирования на начальной стадии прочных корпусов в форме тороида из легких ПКМ, как перспективной формы для подводных аппаратов, для решения которого необходимо создать методику расчета несущей способности замкнутой тороидальной оболочки при гидростатическом сжатии с целью оценки конкурентоспособности тороидальной формы по сравнению с другими формами прочных корпусов и эффективности тороидальных корпусов из волокнистых ПКМ по сравнению с аналогичной конструкцией из металлов, а в дальнейшем и проектирования оптимальной конструкции. Сложность разработки такой методики заключается в необходимости комплексно подходить при решении противоречивых требований максимума несущей способности, минимума массы и технологичности.

На сегодня работы по тороидальным прочным корпусам описывают варианты оригинальных архитектурно-конструктивных компоновок внешнего облика подводных аппаратов и конструкций с тороидальными прочными корпусами [2] или сконцентрированы на исследовании напряженно-деформированного состояния и устойчивости изотропной и ортотропной тороидальных оболочек, нагруженных внешним равномерным давлением, без учета конструктивно-технологических особенностей их изготовления.

При формообразовании замкнутых тороидальных оболочек методом намотки толщина стенки увеличивается от внешнего экватора к внутреннему.

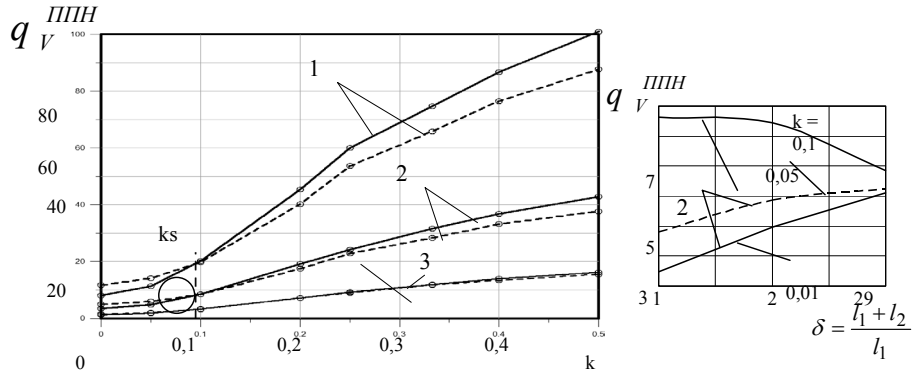



**Рис. 1.** Зависимость верхнего критического давления для тороидальных прочных корпусов одинаковой осредненной по меридиану толщины Δm = 0,05, полученных продольно-поперечной намоткой из углепластика (УП) и стеклопластика (СП), от k: 1 - УП CN-90/ ЭДТ-10; 2 - УП M35J/ ЭДТ-10; 3 - СП ВМПС/ ЭДТ-10;

—— - $(0_1^\circ/90_1^\circ)_{l_1}$ ; - - - - [$(0_1^\circ/90_1^\circ)_{l_1}(0^\circ)_{l_2=l_1}$ ].

Накладываемые ограничения на выбор схемы армирования описаны в [3].

В данной работе на базе геометрически линейной теории слоистых ортотропних оболочек усовершенствована математическая модель потери устойчивости замкнутой круговой тороидальной оболочки под действием внешнего гидростатического давления, которая учитывает в отличие от существующих моделей переменность толщины в корпусе, возникающая вследствие конструктивно-технологических особенностей формования тороида методом непрерывной намотки из ПКМ. [4]

На основе этой математической модели потери устойчивости впервые получено аналитическое решение задачи устойчивости при гидростатическом сжатии тороидального прочного корпуса, изготавливаемого методом продольно-поперечной намотки из армированных композиционных материалов. [4] Показано влияние различных типов армирующих наполнителей и схемы армирования на величину критического давления потери устойчивости намотанного тороидального прочного корпуса (рисунок).

В работах М.С. Ганеевой, Л.А. Косолаповой, В.В. Гайдайчука, Е.А. Гоцуляка, В.И. Гуляева, М.В. Голдманиса, Дж. Блачата рассматривалась теоретическая возможность повышения несущей способности замкнутых изотропных и ортотропных тороидальных оболочек, находящихся под действием внешнего равномерного давления, за счет утолщения стенки в некоторых зонах тороидальной поверхности (но без указания технологии реализации) или изменения формы поперечного сечения тороида. Технологически наформовка утолщений возможна, используя метод автоматизированной намотки волокна. Этим методом был изготовлен прочный корпус сложной формы для обитаемого подводного аппарата Cyclops 3000. [5] Построение расчетных моделей с учетом технологических возможностей формования стенки оболочки из ПКМ произвольной переменной толщины, которая бы способствовала повышению ее несущей способности, и получение анали-

тических решений связаны с большими математическими трудностями, и возможно необходимо применять численные методы для решения такого рода задач.

**Список литературы:**

1. Carbon fiber market: Gathering momentum [Electronic resource] — Mode of access: http://www.compositesworld.com/articles/carbon-fiber-market-gathering-momentum

2. **Бурдун, Е. Т.** Направления развития в проектировании прочных корпусов из композиционных материалов подводных аппаратов и конструкций [Текст] / Е.Т. Бурдун, А.В. Крептюк // Підводна техніка і технологія : І Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю. - Миколаїв : НУК, 2012.

3. **Комков, М.А.** Технология намотки композитных конструкций ракет и средств поражения [Текст]: учеб. пособие / М.А. Комков, В.А. Тарасов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 431 с.

4. **Крептюк, А. В.** Проектирование и метод расчета устойчивости композитных тороидальных прочных корпусов подводных технических средств, полученных продольно-поперечной намоткой [Текст] / А.В. Крептюк// Проблеми техніки: Науково-виробничий журнал. – 2011. – №2. – С. 113 – 127.

5. Cyclops 3000 Submersible [Electronic resource] — Mode of access: http://www.oceangate.com/capabilities/cyclops-3000.html.

УДК 629.5

## ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНИЧЕСКИХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ИЛЛЮМИНАТОРОВ

**Автор:** Кочанов В.Ю.,
*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев*

Конические светопрозрачные элементы (СПЭ) выполненные из органического стекла широко применяются в конструкциях иллюминаторов подводных аппаратов (ПА), барокамер, телебоксов и других технических средств. Основным требованием при проектировании иллюминаторов является обеспечение их прочности при длительном и циклическом действии давления воды. Органическое стекло обладает значительной ползучестью, поэтому [1] рабочую нагрузку для иллюминаторов назначают в 4÷12 раз меньшую, чем разрушающее давление при кратковременном нагружении. Такие рекомендации используются для иллюминаторов, беспрерывно работающих под давлением в течении 10 000 часов (типа подводных лодок) , что не характерно для исследовательских обитаемых и необитаемых аппаратов-разведчиков или аппаратов-роботов, погружающихся под воду на значительно меньшее время, однако количество циклов погружений при этом существенно больше. Таким образом, СПЭ проектируются с завышен-

ными прочностными, а следовательно и весовыми характеристиками, что явно не рационально.

Для снижения массы иллюминаторов и увеличения полезной нагрузки ПА, выполнена оценка влияния угла конусности и относительной толщины СПЭ на их прочностные характеристики. Под действием внешнего воздействия воды СПЭ изгибается и обжимается по конической опорной поверхности, причем соотношение между изгибными составляющими и напряжениями обжатия определяются геометрическими параметрами иллюминаторов. Анализ эквивалентные напряжений в опасных точках позволяет определить оптимальные геометрические параметры СПЭ в зависимости от глубины и длительности погружения глубоководных аппаратов. Для расчета напряженно-деформированного состояния СПЭ использовалась стандартная программа метода конечных элементов (МКЕ) ANSYS. Граничными условиями для расчетной модели являлись внешнее гидростатическое давление 10 МПа, отсутствие нагрузок изнутри ПА и безотрывное проскальзывание СПЭ с коэффициентом трения *f* по конической опорной поверхности металлического корпуса иллюминатора (рис.1). Для оценки правильности назначения граничных условий проводилось сопоставление результатов расчета МКЕ [2] с экспериментальными данными [3] для конического иллюминатора водолазного колокола, которое показало полное соответствие по осевым перемещениям СПЭ (табл.).

Также был выполнен расчет напряженно–деформированного состояния иллюминатора по теории изгиба толстых плит [4]. Граничные условия для СПЭ глубоководного иллюминатора представлены на рис.2.

В этом случае напряжения и деформации в иллюминаторе выражаются через одну функцию Лява в виде бигармонического полинома 6-ой степени,

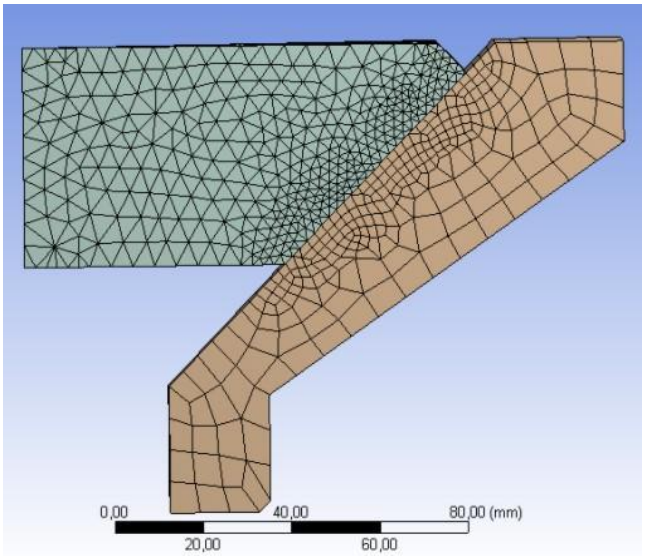
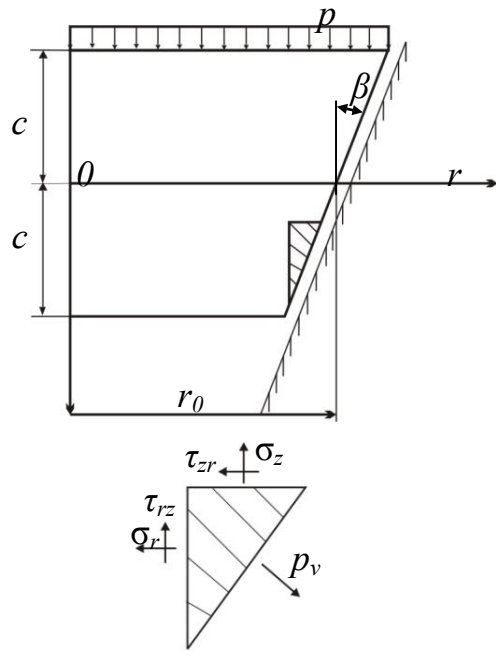



**Рис. 1.** Расчетная модель МКЭ




Граничные условия:

- на торцах $\sigma_z(0; c) = 0, \sigma_z(0; -c) = -p$

$\tau_{rz}(0; \pm c) = 0$

- на конической опорной поверхности

$u - \gamma w = 0$ – условие безотрывного скольжения

$\sigma_r + \gamma\tau_{rz} - \frac{1-f\gamma}{f+\gamma}\cdot(\tau_{rz} + \gamma\sigma_z) = 0$ – условие трения

$\gamma = \operatorname{tg}\beta$

**Рис. 2.** Схема нагружения иллюминатора

коэффициенты которого выбираются из условия удовлетворения граничных условий на конической опорной поверхности в интегральном смысле:

$$\int\left((u-\gamma w)^2 + (\sigma_r + \gamma\tau_{rz} - \frac{1-f\gamma}{f+\gamma}\cdot(\tau_{rz} + \gamma\sigma_z)^2\right)\partial\zeta = \min$$

Выполнена серия численных расчетов иллюминаторов при разных углах конусности $\beta$ и относительных толщинах $2c/r_0$. Предложенное решение хорошо согласуется (табл.) с результатами эксперимента и расчетом по МКЭ [2; 3] и может быть использовано для оптимального проектирования иллюминаторов.

**Таблица** - Прогиб иллюминатора под давлением 10 МПа.

| Метод определения | Эксперимент [3] | МКЭ [2] | Теория изгиба плит [4] |
|---|---|---|---|
| Прогиб в центре, мм | 0.455 | 0.455 | 0.463 |

Таким образом, подтвердилась правильность предложенного алгоритма расчета. Это позволило выполнить серию расчетов варьируя угол конусности и относительную толщину СПЭ.

**Выводы.** Анализ влияния геометрических параметров на напряженно-деформированное состояние показал, что увеличение угла конусности при постоянной относительной толщине СПЭ во всех случаях уменьшает его

осевые перемещения. Эквивалентные напряжения принимают минимальные значения, когда угол конусности находится в диапазоне 75º÷105º (при увеличении относительной толщины $t/R_0$ оптимальный угол конусности уменьшается). Разработанный алгоритм расчета позволяет выбирать оптимальные геометрические параметры СПЭ, если известны условия эксплуатации (глубина, длительность и количество погружений) и улучшить массогабаритные характеристики глубоководных иллюминаторов.

## Список литературы:

1. **Стечив Дж. Д.** Проектирование безопасных иллюминаторов для камер повышенного давления / [Текст] Дж. Д., Стечив, К. Грей // Конструирование и технология машиностроения. – М. Наука. Т.93 №4, 1971. – С. 61 – 73.

2. **Кочанов В.Ю.** Дослідження деформативності світлопрозорих елементів конічних ілюмінаторів підводних апаратів при гідростатичному навантаженні / [Текст] .В.Ю. Кочанов // Вісник НУК №2. – Миколаїв : НУК, 2013.

3. **Кочанов В. Ю.** Методика проектирования иллюминаторов подводных аппаратов из оптически прозрачных полимерных материалов [Текст] / В. Ю. Кочанов, А.С.Марченко // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2011. – №2 (437). – С. 29 – 34.

4. **Тимошенко С. П.** Теория упругости [Текст] / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер. – М.: Наука, 1975. – 576 с.

УДК 629.584, 539.3

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТОРОИДАЛЬНЫХ ПРОЧНЫХ КОРПУСОВ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

**Автор:** Белая С.Ф., Петрюк О.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

При разработке новых проектов в подводном судостроении уделяют повышенное внимание поиску новых эффективных решений для форм прочных корпусов (ПК) подводных технических средств, в том числе перспективной становится тороидальная оболочка из полимерных композиционных материалов, выполненная намоткой. Существуют проекты подводных аппаратов, лабораторий и буровых платформ, ПК которых имеет форму тороидальной оболочки [1-3]. Применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) позволяет существенно уменьшить массу корпуса, что в сочетании с достаточными физико-механическими характеристиками позволяет получить материал с удельной прочностью, которая может в 10 раз превышать аналогичный показатель для высокопрочной стали [4].

Традиционные технологии изготовления металлических ПК используют штамповку, гибку и сварку отдельных секций между собой с сопутствую-

щими остаточными напряжениями и деформациями конструкции. В этом случае сложно обеспечить точность геометрической формы тора. Эффективнее формировать ПК методом намотки нитью. Намотка ПКМ позволяет соблюдать точность геометрической формы оболочки и ее размеров, что важно с позиции устойчивости ПК, а также максимально реализовывать показатели физико-механических характеристик волокнистых ПКМ. Это обусловлено реализацией высокого коэффициента заполнения объема волокном в изделиях, изготовленных намоткой [5].

При проектировании прочных корпусов минимальной массы расчеты напряженно-деформированного состояния и верхнего критического давления для оболочки занимают одно из центральных мест. Вопрос устойчивости такой оболочки решен в работе [6].

В настоящей работе исследуется напряженно-деформированное состояние тороидального ПК кругового поперечного сечения, полученного методом поперечной намотки с комбинацией продольной намотки и выкладки, и спиральной намотки нитью.

На базе решения [7] проводится анализ комплексного влияния структурных параметров и механических свойств компонентов композиционных материалов, порядка расположения армированных слоев, геометрии тороидального корпуса на его прочность.

В качестве проектных параметров при решении задачи используются некоторое количество монослоев, структура армирования которых подобна. Это позволяет в ходе оптимизации учитывать технологические особенности строения композитного тороидального ПК, получаемого различными методами непрерывной намотки.

Показано, что учет разнотолщинности, возникающей при намотке поперечных слоев и спиральной намотки, оказывает влияние на величину напряжений. Максимально нагруженная точка находится на внутреннем экваторе. На рис.1. представлены эпюры распределения напряжений в наиболее нагруженных точках тороидального ПК выполненного спиральной намоткой ($\pm\psi$) из стеклопластика. Прочность пакета оценивалась по энергетическому критерию Мизеса-Хилла [8].

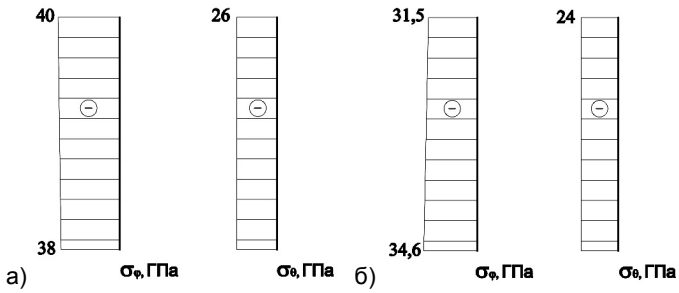



**Рис. 1.** Эпюры распределения напряжений по толщине сечения тора ($k=a/R=1/4$, $h=15$ мм – толщина пакета, глубина погружения 1 атм.): а) $\theta=\pi$, б) $\theta=0{,}7\pi$.

**Выводы:**

1. Получено решение для компонентов напряженного состояния нагруженной внешним гидростатическим давлением торообразной ортотропной оболочки, выполненной поперечной намоткой с комбинацией продольной намотки и выкладки и спиральной намоткой.
2. Проанализировано эффективность использования ПКМ для изготовления прочных корпусов подводных аппаратов в форме тора в зависимости от отношения его характерных радиусов.

**Список литературы:**

1. **Пат. UA 78215 U, МПК B63G 8/00.** Підводне судно типу «Пірнаюче блюдце» підвищеної маневреності [Текст]/ Бурдун Є.Т., Крептюк А.В. : заявл. 18.09.2012; опубл. 11.03.2013, Бюл. №5.
2. **Пат. 04043190A Японии, МКИ B63G 8/00.** Large-sized submersible vessel [Текст]/ Bada Eiichi (Mitsubishi Heavy Ind LTD) - №02150689. – Опубл. 13.02.1992.
3. **Пат. 2026951 Великобритании, МКИ B63B 3/13.** Underwater hulls or tanks [Текст]/ Santi; Giunio G. (Italy, IT) - №7915212 – Опубл. 13.02.1980.
4. **Zimmerman S.** Submarine Technology for the 21 st Century. / [Текст] S. Zimmerman // Trafford Publishing, 2000. – 230 p.
5. **Комков, М. А.** Технология намотки композитных конструкций ракетных средств поражения [Текст]: учеб. пособие/ М.А. Комков, В. А. Тарасов. М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2011. – 431 с.
6. **Крептюк А.В.** Проектирование и метод расчета устойчивости композитных тороидальных прочных корпусов подводных технических средств, полученных продольно-поперечной намоткой/ [Текст] А.В. Крептюк // Проблемы техники: Научно-производственный журнал. – 2011. – №2. – С. 113-127.
7. **Белая С.Ф., Петрюк О.В.** Напряженное состояние прочного корпуса подводного аппарата в форме тора из композиционных материалов [Текст] / С.Ф. Белая, О.В. Петрюк // Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд: матеріали Всеукр. наук.-техн. конф. (20-22 травня 2015). Миколаїв, 2015.
8. **Карпов Я.С.** Проектировнаие деталей и агрегатов из композитов: учебник/ Я.С. Карпов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 768 с.

УДК629.5.067

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ HI-FOG® НА СУДАХ

**Автор:** Мариянчук Я.Ю.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Спринклерные системы пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления HI-FOG® обеспечивают защиту многих уникальных архитектурных проектов по всему миру.

Сертификаты известнейших организаций – американской Factory Mutual (FM) и немецкой VdS, полученные системами HI-FOG®, сделали выбор этих систем при защите сложных объектов высокой степени ответственности естественным с точки зрения надзорных органов и страховых компаний.

Системы пожаротушения HI-FOG® наглядно продемонстрировали в тысячах полномасштабных испытаний более высокую эффективность по сравнению с обычными спринклерными системами, расходуя при этом 10-20 % от количества воды, необходимого обычным системам, при этом эффект поглощения теплового излучения пожара тонкораспыленным водяным туманом позволяет обеспечить защиту конструкций здания в процессе тушения. Сочетание больших площадей защиты и малого диаметра трубопроводов из нержавеющей стали, а также большого опыта корпорации Marioff в работе над уникальными проектами позволяет убедить даже самых требовательных клиентов в преимуществах замены обычных спринклерных систем установками пожаротушения тонкораспыленной водой HI-FOG®.

Преимущества системы пожаротушения HI-FOG ®:

- система пожаротушения тонкораспыленной водой (ТРВ) обеспечивает гарантию качества, высокую противопожарную эффективность и безопасность для людей и окружающей среды;

- система пожаротушения ТРВ соответствует мировым стандартам пожарной безопасности NFPA 750 (США), Международной Морской Организацией (IMO). С момента запуска в производство с 1990 года компанией Marioff (Мариофф) система прошла более тысяч пожарных испытаний и получила более сотни свидетельств по обеспечению максимальной защиты от пожаров объектов разного предназначения;

- в настоящее время для систем пожаротушения ТРВ разработаны и подтверждены огневыми испытаниями «ПожТест» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) технические решения по эффективной защите зданий и сооружений различного предназначения: храмы, музеи, галереи, театры, гостиницы, отели, высотные здания, офисы, транспортные туннели и пр., объекты промышленности и энергетики, объекты воздушного транспорта, подвижного железнодорожного состава, станций метро и т.д;

- система пожаротушения ТРВ является одной из самых безопасных противопожарных систем на рынке.

Причины, по которым стоит выбрать систему пожаротушения тонкораспыленной водой HI-FOG ®.

1) Быстрая активация.

Сплинклеры HI-FOG ® моментально активируются в тот момент, когда температура окружающей среды в защищаемом помещении достигает пороговой температуры. Практически это происходит в тот момент, когда огонь только обнаружен и воспламенение находится в начальном состоянии, тем самым предотвращая его дальнейшее распространение.

2) Эффективность воздействия на огонь.

При активации система HI-FOG ® моментально начинает борьбу с огнем при помощи ТРВ под давлением, которая проникает в очаг возгорания. Пространство вокруг пламени очень быстро остывает по мере того, как оно заполняется каплями микроскопического размера. Капли блокируют и рассеивают излучаемую пламенем теплоту.

3) Экономный расход воды.

При помощи очень малого количества воды система HI-FOG ® подавляет огонь до начала его распространения. Вода под давлением превращается в туман, микрокапли проникают в очаг возгорания и воздействуют на огонь гораздо эффективнее.

4) Высокая производительность.

Наряду с быстрой активацией системы пожаротушения тонкораспыленной водой HI-FOG® быстро возвращается в режим готовности к повторному применению, как только восстанавливается подача воды.

5)Минимальные разрушения.

HI-FOG® обеспечивает минимальное структурное воздействие и сохранение эстетической целостности архитектуры зданий и внутренних интерьеров помещений, а также сохраняет от необратимых разрушений имущество и оборудование.

6)Безопасность для людей и окружающей среды.

HI-FOG® использует чистый водяной туман, который является полностью безвредным для людей и окружающей среды. Для активации системы не требуется блокада или эвакуация людей из помещений, доступ в помещения остается свободным как во время применения системы пожаротушения, так и после.

7) Оптимальная архитектура.

Благодаря применению в системе пожаротушения труб малого диаметра, компактных насосных агрегатов, небольших емкостей для воды и дискретных спринклерных и распылительных головок, система HI-FOG® проста в монтаже и эксплуатации. Установки могут быть легко спроектированы с использованием основных компонентов для любых типов помещений и использоваться в составе интегрированных систем пожаротушения на объекте.

8) Длительный срок эксплуатации.

Системы пожарутушения тонкораспыленной водой HI-FOG ® имеют длительный срок эксплуатации и минимизацию затрат на их обслуживание и поддержку в постоянной готовности к применению.

# Секція 2.
# СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 629.12

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

**Авторы:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор
Н.В. Автутов, главный конструктор, директор по перспективному развитию,
Я.В. Калугин, главный конструктор
*Морское Инженерное Бюро., г.Одесса*

Теоретически главную задачу речного транспорта в области пассажирских пе-ревозок можно видеть в полном освоении пассажирских потоков, тяготеющих к внут-ренним водным путям.

Наибольшее социальное значение для населения страны имеют речные пе-реправы (связывающие противоположные берега рек), пригородные линии (до 100 км) и местные (протяженностью до 500 км), в том числе межрегиональные. В не-которых населенных пунктах речные пассажирские суда являются безальтернатив-ным видом транспорта. Судя по многочисленным запросам региональных властей и граждан проблема водных пассажирских перевозок по мере выхода из строя суще-ствующих судов и их морального старения (ужесточение после трагедии «Булгарии» требований надзорных органов, резкое возрастание объемов ремонтов, отсутствие запчастей на старое оборудование) становится все более острой. Понятно, что и су-да для местных линий, эксплуатирующиеся на коротких рейсах с продолжительностью не более одного дня включают:

1. Суда для однодневных прогулок. Это суда, предназначенные для прогулки в течение одного дня с функцией ресторана на борту. Эти суда обычно используют и для проведения праздничных мероприятий. На судах данного типа также увеличился спектр предоставляемых услуг (театр, музыкальные мероприятия или бизнес-встречи) и появились специальные нестандартные услуги (встреча Рождества, Но-вого Года на борту судна). Современная тенденция развития судов данного типа тесно перекликается с дизайном судов данного типа, к примеру, появляются суда-галереи и т.д.

2. Малые экскурсионные суда - малые суда, предназначенные для коротких экскурсий.

3. Суда и паромы: суда, занимающиеся линейной перевозкой пассажиров, за-частую входят в состав городского транспорта.

Выполненный в докладе анализ позволяет сделать следующие выводы:

По главным размерениям судов:

- определяющим является наличие ограничений путевых условий района экс-плуатации судна (глубины, габариты судового хода, размеры гидротехнических со-оружений и т.п.);

- при полном или частичном отсутствии ограничений определяющим является соотношение главных размерений, полученное по результатам оптимизации ходо-вых качеств судна и весовых/пространственных характеристик судна.

По архитектурно-конструктивному типу судов в зависимости от климатических условий района эксплуатации судна наибольшее распространение имеют два ос-новных типа экстерьера судов:

а) «южный» с максимальным остеклением пассажирских салонов, с возможно-стью раскрытия (опускаемые или подъемные окна, раздвижные крыши), ходовые мостики с открытыми крыльями.

б) «северный» с закрытым по всей ширине судна ходовым мостиком с мини-мизацией остекления (для уменьшения тепловых потерь) пассажирского салона.

В отдельных случаях применим промежуточный вариант, представляющий собой в той или иной степени сочетающий упомянутых выше вариантов.

Концепция выбора класса для перспективных речных пассажирских судов для местных линий предполагает следующее:

- назначение классов по районам плавания в соответствии с планируемыми направлениями перевозок;

- определение ледовой категории в соответствии с накопленным опытом ра-боты и тенденций к продлению навигационного периода, в том числе зимней экс-плуатации;

- задание экономически обоснованного срока службы судна.

Основные предлагаемые принципы назначения класса РРР и проектирования конструкции корпуса:

- в соответствии с предполагаемыми направлениями перевозок для пассажир-ских судов и грузопассажирских паромов назначать класс РРР «О».

- в обоснованных случаях, где это требуют ветро-волновые условия района эксплуатации возможно принятие класса «М».

- для мелкосидящих пассажирских судов и паромов с целью снижения метал-лоемкости корпуса при удовлетворительных ветро-волновых условий района плава-ния принимается класс «Р» по классификации РРР;

- базируясь на накопленном опыте в общем случае для пассажирских судов целесообразно принятие категории ледовых усилений «лед 10» по классификации РРР.);

- для «северных» вариантов пассажирских судов эксплуатирующихся в Сиби-ри, Северном и Дальневосточном регионах целесообразно принятие категории ле-довых усилений «лед 30» и «лед 40» по классификации РРР;

- для «южных» версий пассажирских судов (не предусматривающих эксплуа-тации в зимних условиях) и особенно мелкосидящих судов с целью снижения метал-лоемкости корпуса целесообразно вообще не иметь ледовых усилений;

- в обоснованных случаях, для «южных» вариантов пассажирских судов если предусматривается их эксплуатация зимой в ледовых условиях возможно принятие категории ледовых усилений вплоть до «лед 40» по классификации РРР;

- применение продольной системы набора палубы, бортов и днища в средней части, что в сочетании с увеличением поперечной шпации и одновременном умень-шении шпации продольного набора обеспечивало более полное участие пластин корпуса в общем изгибе и лучшее восприятие локальных нагрузок при швартовках, прохождении каналов и шлюзов, сохранение приемлемого внешнего вида;

- сохранение толщин настилов и обшивок на уровне минимальных с целью минимизации массы металлического корпуса, решения задач обеспечения местной прочности и устойчивости за счет рационального сочетания элементов основного и рамного набора;

- назначение одинаковых, по возможности, толщин обшивки, стенок рамного и холостого набора для обеспечения равной долговечности по износу;

- проектирование конструкции борта, днища на восприятие эксплуатационных нагрузок, большинство которых считаются до сих пор «не проектными» (контакты с гидросооружениями, грунтом и т.п.);

- с целью увеличения фактической усталостной долговечности проектирова-ние «гладких» конструкций поясков эквивалентного бруса с минимальным количест-вом технологических вырезов, приварышей и т. п., использование рационально ис-полненных узлов пересечения связей и плавного изменения площадей продольных связей корпуса по длине.

**Выводы**

В докладе выполнена оценка потребности в новом флоте для линейных пас-сажирских коммуникаций на основе анализа существующих пассажирских перевозок водным транспортом.

УДК 629.5

# АНАЛИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЧНЫХ КРУИЗНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ И РИСКА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Авторы:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор,
А.Г. Егоров, младший научный сотрудник.,
*Морское Инженерное Бюро., г.Одесса*

Исследование выполнялось в составе научно-исследовательской работы по созданию облика перспективных речных круизных пассажирских су-дов нового поколения для крупных рек и водохранилищ (РКПС) в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009-2016 годы».

В ходе выполнения НИР, были сделаны выводы о том, что условия эксплуатации РКПС гораздо более спокойные, чем транспортных: как правило, постоянные экипажи с более квалифицированным составом; меньшие осадки, и соответственно, реже контакт с грунтом; мало меняющаяся нагрузка судов; начинают навигацию позже и заканчивают раньше, что практически исключает риск ледовых повреждений; борта защищены кринолинами, что, несмотря на большую частоту швартовок и шлюзова-ний, уменьшает повреждаемость бортовых конструкций; нет агрессивных грузов и нет грейферных грузовых операций.

Соответственно, скорости коррозионного изнашивания связей РКПС в 2-4 раза меньше скоростей изнашивания связей транспортных 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%; попе-речные переборки – 2,8%; днищевой набор – 2,1%; бортовой набор – 2,4%; палубный набор – 2,3%. При этом повышенные скорости изнаши-вания связей у пассажирских судов наблюдаются в конструкциях палуб, особенно в районе бытовых помещений, где под сланями создается бла-гоприятная для коррозии среда и в цистернах сточных вод.

Всего удалось получить сведения о 79 аварии и инциденте с отечественными РКПС. Обращает на себя внимание тот факт, что более или менее открыты сведения о катастрофах ($C = 5$), которые стали доступны благо-даря средствам массовой информации и вмешательству администраций портов и флага.

Случаи с промежуточными уровнями последствия, которые могли подорвать репутацию судовладельцев, последними, как правило, не обнародовались. Однако после аварии «Булгарии» подобный подход к исследова-нию проблем безопасности судоходства не может быть признан правиль-ным, так как необходимо знать проблемы и обеспечить их решение за счет принятия мер по снижению риска.

Наибольшую опасность для РКПС представляют опасность 3.4 (навигационные ошибки), опасность 3.5 (контакт с льдом, контакт со стенками

причалов и шлюзов, столкновение с другим судном) и опасность 3.13 (халатность экипажа, несоблюдение ЭТД И ПТЭ) существующий уровень риска по данным опасностям относится к «недопустимому».

Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пи-ком катастроф для судов с возрастом 25-35 лет (см. рисунок 1).

При всех уровнях последствий практически половину всех случаев составляют случаи повреждений машин и механизмов, затем примерно по 18% – пожары (взрывы) и выход из строя устройств, около 12% – повреждения корпуса и только 5% (а для аварий и того меньше) – затопления и опрокидывания (см. рисунок 2).

Достаточно интересным представляется относительная опасность класса аварии. В трех из четырех событий, связанных с затоплением и потерей остойчивости, происходит гибель пассажирского судна.

Каждое десятое судно с повреждением корпуса гибнет.

Не зафиксировано ни одного события, связанного с повреждением устройств, машин и механизмов, которое привело бы к гибели судна.

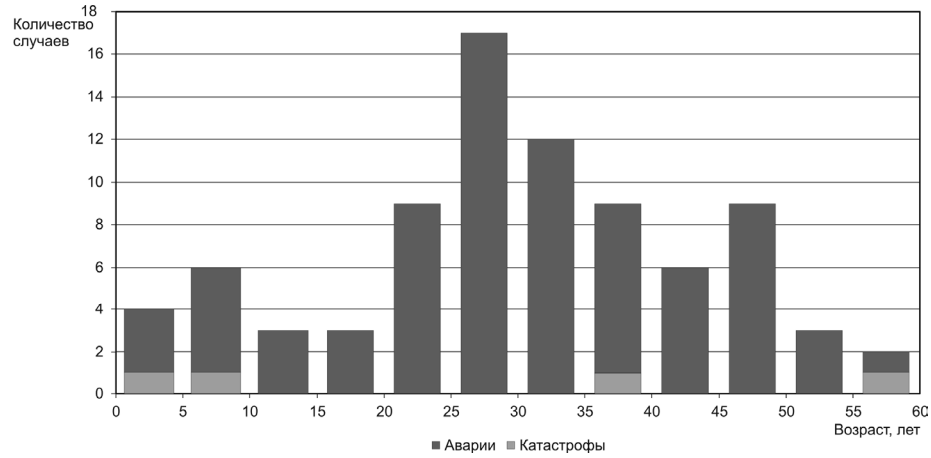



**Рис. 1.** Зависимости количества аварий и катастроф от возраста судна

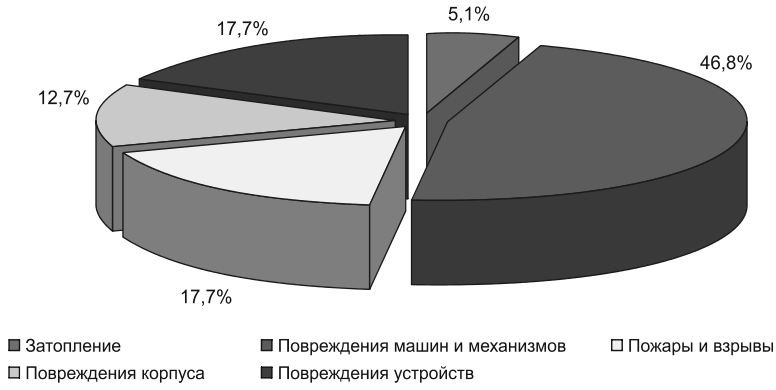



**Рис. 2.** Роль различных классов аварий (при всех уровнях последствий)

**Выводы**

В краткосрочной и среднесрочной перспективе решение проблемы обес-печения достаточной надежности и безопасности речных круизных пас-сажирских судов при сохранении приемлемого уровня эффективности возможно только при обеспечении системного подхода на всех стадиях жизненного цикла, включая этапы классификации и требований Правил, проектирования, строительства, эксплуатации, освидетельствований, ре-монта и модернизации.

Кардинальное долговременное решение проблемы требует строительства нового флота речных круизных пассажирских судов [1, 2].

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. Не допускать размещения нефтесодержащих жидкостей (топлива, масла, подсланевых вод) в цистернах, контактирующих с забортной водой.

4. Использовать в качестве средств спасения современные эвакуационные системы, широко применяемые на морских пассажирских судах.

5. Оснащать пассажирские суда средствами записи действий вахты («черными» ящиками) и средствами аварийной внешней сигнализации (АРБ).

6. Перейти к применению электронных карт и средствам автоматизированного определения координат.

**Список литературы**

Егоров Г.В., Калугин Я.В. Создание новых пассажирских судов с учетом опыта европейских речных круизов [Текст] // Зб. наук. праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2013. - N1. - С. 4-10.

Егоров Г.В., Ильницкий И.А., Калугин Я.В. «Линейка» круизных пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания для российских рек [Текст] // Сборник трудов XII междунар. конф. «Российское судостроение и судоходство, деятельность портов, освоение океана и шельфа «Нева 2013». – СПб., 2013. – С. 221-227.

УДК 629.5

# ПЕРЕВОЗКИ НЕГАБАРИТНЫХ И ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫМ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

**Авторы:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор,
Н.В. Автутов, глав-ный конструктор, директор по перспективному развитию.,
*Морское Инженерное Бюро.,г. Одесса*

В советское время был накоплен значительный опыт морских и речных пере-возок нестандартных грузов. Например, в 1980-е годы балкер Черноморского паро-ходства «Задонск» широко применялся для перевозок барж и маломерных судов на Дальний Восток. Была усилена верхняя палуба, на крыше рулевой рубки на специ-альной П-образной опоре смонтировали дополнительный «мостик» для обеспечения видимости. Другие балкера массово использовались для перевозки труб большого диаметра в Обскую губу. Были разработаны специальные «Правила морской перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов», «Правила морской перевозки су-пертяжеловесных и крупногабаритных грузов на транспортных и краново-монтажных плавучих средствах», которые отразили накопленный опыт перевозки крупногаба-ритных и тяжеловесных грузов (КТГ). Однако в большинстве своем такие перевозки осуществлялись на переоборудованных, но неспециализированных судах. Исключе-нием были только специально закупленные во Франции баржи-площадки типа «ТМИ», с которых собственно и началась уже новейшая история перевозок КТГ в России.

Сейчас перевозки КТГ водным транспортом осуществляются судами и неса-моходными баржами смешанного река-море плавания из морских портов Европы, Турции, России, а также с рейдовых морских перевалок к пункту назначения на ВВП (или транзитом через ВВП на Каспий). Учитывая, что самоходные суда, как правило, проектировались в 70-80-е годы прошлого столетия, значительная часть из них име-ет следующие ограничения, снижающие эффективное их использование в качестве судов для КТГ:

- недостаточный размер грузового трюма (особенно длина и высота);
- наличие гофрированных люковых закрытий с трапециидальным поперечным сечением, что требует при перевозке КТГ на них устройства специальных выравни-вающих фундаментов;
- малая мощность и изношенность главных двигателей, и как следствие, не-достаточная эксплуатационная скорость и ее значительное падение в штормовых условиях, как следствие, при перевозке КТГ на крышках возможность попадания в сверхпроектные условия по фактически действующим нагрузкам;
- недостаточная местная прочность второго дна и особенно люковых закры-тий;
- недостаточная видимость из рулевой рубки при наличии на крышках груза.

За 14 лет нового века (по состоянию на 10 ноября 2014 года) было построено 127 сухогрузных судов смешанного море-река плавания. В большинстве своем речь шла о судах нового поколения, так как они строились по разработанным после 2000 года проектам Морского Инженерного Бюро – 99 судов (78% от общего количе-ства).

Однако следует заметить, что практически все эти суда являются многоцеле-выми сухогрузными судами, причем ориентированными в первую очередь на массо-вые грузы, а не на КТГ. Поэтому, как правило, они имеют по три - четыре грузовых трюма.

Но в новом поколении судов – коастеров и смешанного река – море плавания уже появились проекты, специально предназначенные для перевозки КТГ и в кото-рых практически все перечисленные выше недостатки были устранены. Всего таких судов, имеющих с постройки возможность перевозки КТГ, построено 39 единиц.

В настоящее время происходит переход к строительству грузовых судов для европейской части ВВП России, обладающих более развитой речной функцией:

- речных сухогрузных судов «устьевого» типа «Волго-Дон макс» класса проек-та RSD44 с пониженным надводным габаритом, позволяющим проходить под мос-тами на Неве, под ростовским железнодорожным мостом без их разводки, а также по Москве-реке (уже работают 10 судов);

- речных комбинированных судов танкеров-площадок проекта RST54 на базе «сверхполных» обводов проекта RST27 для перевозки на открытой палубе грузов, не боящихся подмочки (гравий, прокат, «тяжелые» контейнеры, автомобили и т.п.), а также КТГ, в одном направлении и нефтеналивных грузов в обратном направлении (головной сдан, в постройке 10 судов, всего ожидается заказ на 20 единиц).

Совершенно иная ситуация в Сибири, Севере Европейской части. Причем рассматривать вопрос о пополнении флота северных рек необходимо, исходя из имеющихся в наличии и перспективных грузопотоков конкретного региона, его на-роднохозяйственных потребностей. Соответственно, и проекты судов нового поко-ления будут для Дальнего Востока и Сибири отличатся от концептов европейской части. Например, 23 июля 2014 года компания А-Сервис закончила интересный и сложный проект по доставке металлоконструкций в село Манилы для реконструкции аэропортов Камчатского края. Для доставки КТГ были использованы новые суда-площадки проекта DCV47 типа «Сосновка». Погрузочно-разгрузочные работы ос-ложнялись тем, что суда-площадки были вынуждены ждать отлива, чтобы по осушке можно было бы приступить к их разгрузке. Отлив происходит два раза в сутки и за это время надо успеть разгрузить судно, так как во время прилива ему необходимо выйти в бухту и загрузить на рейде оставшуюся часть груза с более большого мор-ского судна. Отсутствие причалов значительно замедляет скорость обработки судов, что приводит к простоям и увеличивает стоимость выгрузки.

В концепции проекта DCV47, кроме перевозки обычных для судов такого типа генеральных грузов и колесной техники, предусмотрены значитель-

но более широкие функциональные возможности, необходимые для снабжения отдаленных населен-ных пунктов:

- рейдовая разгрузка и погрузка судов, заходы в мелководные устья рек во время приливов с возможностью осушки на песчано-гравийном грунте во время от-ливов. Для этого корпус судна имеет прочную конструкцию в соответствии с требо-ваниями Регистра для безопасного прведения грузовых опереций во время осушки, усиленное двойное дно высотой 0,8 м, двойные борта шириной 1,725 м (B/5) и дос-таточное количество поперечных и продольных переборок, обеспечивающих одно-отсечную непотопляемость. При этом работа судовой электростанции обеспечива-ется за счет охлаждения дизель-генераторов специальной системой забортной воды (переходный режим) и аварийно-стояночным дизель-генератором с воздушным ох-лаждением;

- доставка грузов на необорудованный берег и обеспечение горизонтальной выгрузки доставленных грузов с помощью носовой аппарели, судовым грузовым краном или береговыми средствами, в том числе автокранами, имеющими возмож-ность подъезда к борту судна во время отлива (леерное ограждение в грузовой зоне выполнено заваливающимся для работы стрелы автокрана на максимальных выле-тах);

- перевозка тяжелой колесной (с нагрузкой на ось до 15 т) и гусеничной техни-ки массой до 60 т с возможностью погрузки/выгрузки накатным способом через носо-вую аппарель с подготовкой береговой опоры (без подготовки с нагрузкой на ось до 10 т и гусеничной техники массой до 30 т).

**Выводы**

В докладе приведена актуальная информация по существующим судам внут-реннего и смешанного река-море плавания и их применимость к перевозке КТГ.

УДК 629.5

## СУХОГРУЗНЫЕ СУДА-КОАСТЕРЫ ТИПА «КАСПИАН ЭКСПРЕСС»

**Авторы:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор,
В.И. Тонюк, главный конструктор, технический директор,
Н. Н. Калугина, заместитель главного конструктора

*Морское Инженерное Бюро., г.Одесса*

Головное судно проекта 003RSD04 «Ulus Prime» типа «Каспиан Экспресс было спущено на воду 10 апреля 2004 года в Тузле (Турция) на верфи "Чексан".

"Ulus Prime" стал первым отечественным коастером, который обладает всеми функциями, присущими европейским судам подобного класса, при этом приспособ-ленным к эксплуатации в отечественных условиях, на мелководье Азовского моря.

Принципиальным отличием работы коастеров от судов смешанного плавания (ССП) является их интенсивная эксплуатация в прибрежных морских условиях с эпи-зодическими заходами во внутренние водные бассейны.

Преимущественная морская эксплуатация требует обеспечения достаточных мореходных качеств, что приводит к понятному снижению коэффициентов полноты корпуса по сравнению с ССП.

Необходимость обеспечения эпизодической эксплуатации по внутренним вод-ным путям накладывает ограничения на габаритные размеры коастеров, в первую очередь на ширину, осадку и надводный габарит. Последнее обстоятельство опре-деляет отличие размерений (ширина, надводный габарит) европейских коастеров, периодически работающих на Рейн, Сайму, Сену, Мозель, Эльбу, Дунай от отечест-венных ССП, предназначенных в том числе для проходов через Волго-Донской су-доходный канал. Как правило, ширина европейских сухогрузных судов прибрежного плавания находится в пределах 10,5-15,0 м (16,5 м для отечественных судов), осадка по грузовую марку 4,4-6,5 м (3,2-4,5 м), высота борта 6,5-8,0 м (5,0-6,0 м), скорость эксплуатационная 11,0-14,5 узлов (10-10,5 узлов). Это позволяет сделать заключе-ние о том, что европейские «коастеры» без внесения изменений в их главные харак-теристики не будут конкурентоспособны с отечественными судами при условии, что необходимо работать на наши мелководные порты.

Судоходная компания "Albros" (генеральный директор Раим Алекперов), начи-ная с 2002 года, строит, и с 2004 года эксплуатирует суда проекта 003RSD04 и его модификаций 003RSD04/ALB02 и 003RSD04/ALB03.

Суда базового проекта 003RSD04 и его модификации 003RSD04/ALB02 при-способлены для работы при осадках 4,1-4,5 м российских портов Азовского и Кас-пийского морей (по классификации, принятой в Морском Инженерном Бюро, отно-сится к т.н. «азовским трехтысячникам» [1]) с возможностью прохода по Волго-Донскому речному каналу (сохраняя при этом возможность брать двухтысячную пар-тию груза даже при осадках в реке 3,40 м).

Суда модификации 003RSD04/ALB03 обладают уже более отчетливо выра-женной морской функцией, причем эксплуатация осуществляется большей частью не в мелководных портах Азовского моря, а в более приглубых портах Черного, Сре-диземного, Северного и Балтийского морей. Суда этой модификации имеют, в отли-чие от базового проекта, ограничение по району плавания R1 в соответствии с Пра-вилами РС, что позволяет им совершать переходы с бóльшим удалением от мест убежищ и при бóльшей допускаемой высоте волны по сравнению с судами базового проекта. При этом они по-прежнему является продуктом симбиоза европейских су-дов прибрежного плавания и отечественных условий. Однако, соотношения главных размерений (особенно отношение ширины к высоте борта) уже более приближены к обычным для европейских "коастеров".

Особенностью судов типа «Каспиан экспресс» является наличие одного "ящичного" трюма, что позволяет перевозить "проектные" негабаритные грузы с пор-тов Европы на порты Каспия.

**Выводы**

Сравнительный анализ показал значительное превосходство технико-экономических характеристик (таких, как коэффициент использования водоизмеще-ния по дедвейту и энергозатраты на единицу транспортной производительности) проектируемых судов над судами-аналогами.

Такое преимущество достигнуто за счет ограниченного района плавания и ра-ционального распределения толщин и категорий материала стального корпуса с по-зиций обеспечения общей продольной прочности и местных нагрузок.

**Список литературы**

1. **Егоров Г.В.** "Линейка" многоцелевых сухогрузных судов Морского Инженерного Бюро [Текст] // Морская биржа. – 2005. - № 4 (14). - С. 10 - 16.

УДК 629.5

# КОНЦЕПТ СОВРЕМЕННОГО СУХОГРУЗНОГО СУДНА СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ ПЛАВА-НИЯ С ЛЕДОВОЙ КАТЕГОРИЕЙ ЛЕД 40 ДЛЯ «СЕВЕРНОГО» ЗАВОЗА

**Авторы:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор,
В.И. Тонюк, главный конструктор, технический директор,
Н. Н. Калугина, заместитель глав-ного конструктора.,
*Морское Инженерное Бюро., г. Одесса*

Смешанные река-море перевозки сухих грузов в пароходствах восточных бас-сейнов осуществляют известные суда типа «Сибирский» проектов 292 и 0225, кото-рые хорошо зарекомендовали себя в течение уже 20-30 лет после получения их с финских верфей.

Практически все сухие грузы от Чукотки и до Таймыра доставляются судами типа «Сибирский» из порта Тикси и речных портов реки Лены. Вопрос об обновлении таких сухогрузных судов весьма актуален. Если не будет нового флота, то обеспечи-вать «северный» завоз по побережью Северного морского пути с заходом в устья арктических рек через 10 лет будет не чем — возраст «Сибирских» достигнет 40 лет, что, по нашим оценкам, является предельным возрастом для грузовых судов с точки зрения безопасности мореплавания и рентабельности все возрастающих по объе-мам ремонтов [1].

Самая же главная проблема в окупаемости. Она хорошо понималась на мес-тах, именно поэтому в 1990-годы значительная часть судов сибирских пароходств была отправлены на «заработки» в морские районы для совершения международ-ных рейсов, где они и остались.

Главная идея нового концепта Морского Инженерного Бюро проекта RSD62 состоит в том, чтобы создать многоцелевое сухогрузное судно

река-море плавания, которое будет лучше «Сибирских» по грузоподъемности, причем в широком диапа-зоне рабочих осадок от 2,50 до 3,50 м, будет отвечать максимальным габаритным ограничениям существующей судоремонтной базы на реке Лена и иметь достаточ-ный для сезонной работы по Северном морскому пути класс Регистра по району плавания и хорошие (для того, чтобы вернуться на базу уже в условиях ледообразования и льда до 40 см толщиной) ледовые качества. С другой стороны, новые суда должны быть эффективными на тех перевозках в европейской части, где сейчас ра-ботают суда типа «Волго-Дон» (т.е. на линиях речные порты – рейдовые перевалоч-ные комплексы Керчи и Финского залива).

В итоге, было разработано многоцелевое сухогрузное судно смешанного (ре-ка-море) плавания для осуществления Северного завоза проекта RSD62 с двумя винторулевыми колонками, с баком и ютом, с кормовым расположением рубки и ма-шинного отделения, с двойным дном и двойными бортами в районе грузовых трю-мов, четырьмя трюмами, с цилиндрической носовой и транцевой кормовой оконеч-ностями со следующими основными характеристиками:

- Класс РРР «М-СП 3,5» лед 40 А;
- длина наибольшая 141,00 м;
- длина между перпендикулярами 140,82 м;
- ширина габаритная 16,98 м;
- ширина расчетная 16,90 м;
- высота борта 6,30 м;
- осадка по КВЛ 3,56 м;
- осадка в балласте (средняя) 3,00 м;
- дедвейт при осадке по КВЛ (море) 5640 т;
- вместимость грузовых трюмов 8404 м3;
- вместимость балластных танков 4706 м3;
- контейнеровместимость (TEU/FEU) 225/105;
- максимальная мощность ГД 2х1200 кВт;
- скорость (при 85% МДМ) – 10,0 уз.;
- экипаж – 9 чел (14 мест).

**Выводы**

Созданный Морским Инженерным Бюро новый проект RSD62 сухогрузного судна речного и смешанного (река-море) плавания для осуществления «северного» завоза имеет дедвейт при осадке 2,50 м – 2992 т, при осадке 3,00 м – 4145 т, при осадке 3,50 м – 5304 т, что значительно превышает характеристики существующих сухогрузных судов, используемых сегодня для тех же задач.

К примеру, на осадке 2,50 м дедвейт судна проекта RSD62 больше на 824 т дедвейта судна проекта 292, на 985 т больше дедвейта судна проекта 0225 и на 960 т больше дедвейта судна проекта 1743.

Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту у судна проекта RSD62 лучше, чем у судов проекта 0225 и 292. По сравнению с судном

проекта 1743 незначительно хуже, это объясняется тем, что судно проекта 1743 проектировалось в 1970-е годы под «старые» требования Правил Регистра и на класс М (что ниже, чем М-СП у RSD62). При этом «Омские» имеют максимальную осадку 3,26 м (по первоначальному проекту) и не могут эксплуатироваться с загрузкой на 3,50 м, теряя за каждый рейс значительное количество груза.

Сравнивая судно проекта RSD62 с судами для европейской части Российской Федерации (проекты RSD44, 05074М), можно сказать, что дедвейт проекта RSD62 близок к дедвейту судна проекта RSD44 при равных осадках и превышает дедвейт «Волжского». Например, при осадке в реке 3,50 м дедвейт судна проекта RSD62 со-ставляет 5304 т, что практически равно соответствующему параметру судна проекта RSD44 и на 419 т больше, чем у «Волжского». При этом проект RSD62 имеет более высокий класс по району плавания М-СП (RSD44 класса М-ПР и 05074М класса О-ПР) и ледовую категорию Лед 40.

**Список литературы**

1. Егоров Г.В. Перевозки отечественным водным транспортом, состоянием речного флота и возможности нового судостроения, в том числе для си-бирских рек [Текст] // Морской Вестник. - 2014. - №2 (50). - С. 7-15.

УДК 629.5

# КОНЦЕПЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-АВТОМОБИЛЬНО-ПАССАЖИРСКИХ ПАРОМОВ АРКТИЧЕСКОГО КЛАССА ДЛЯ САХАЛИНА

**Авторы:** Г. В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор,
И.А. Ильницкий, главный конструктор, первый заместитель генерального директора ,
Д.В. Черников, главный конструктор.,

*Морское Инженерное Бюро., г. Одесса*

Более 75% всех грузовых перевозок и около 25% пассажирских перевозок между островом Сахалин и материковой частью обеспечивает морская железнодорожная грузопассажирская паромная переправа «Ванино – Холмск».

Особенностью линии является значительная составляющая ходового времени – примерно около 20 часов в сутки. Поэтому существенное влияние на экономичность работы судна в целом оказывают «скоростные» характеристики обводов корпуса и эффективность пропульсивного комплекса. Сегодня на железнодорожной паромной линии «Ванино – Холмск» работают три парома проекта 1809 «Сахалин-8», «Сахалин-9» и «Сахалин-10»,

которые строились на калининградском заводе «Янтарь» в период с 1972 год по 1992 год. Всего было построено десять таких паромов. Семь из них после полной выработки ресурса были списаны. Понятно, что срок служ-бы оставшихся судов не безграничен и необходимы новые паромы для замены, в связи с этим, стал актуальным вопрос создания современных паромов для Сахалина.

Обводы корпуса проекта CNF11CPD были разработаны с помощью компьютерного моделирования и проверены модельными испытаниями в опытовых бассейнах ЦНИИ Крылова и Акер Арктик [1, 2].

В результате модельных испытаний также подтверждены мореходные ка-чества нового парома.

Скорость нового парома CNF11CPD составляет 18 узлов при 85% использованной мощности двигателей (существующие суда имеют скорость около 16 узлов). За счет хорошо известного (для европейских паромов) решения на проекте CNF11CPD на каждый винт работают по два главных двигателя, что позволяет на экономическом ходу держать скорость в 12 узлов, на полном – 18 узлов.

В результате проведенных исследований получены характеристики ходовых качеств автомобильно-железнодорожного парома проек-та CNF11CPD в ледовых условиях: по результатам испытаний в бассейне предельная ледопроходимость на переднем ходу при скорости $V$ = 3 узла составит 1,16 метров, при скорости $V$ = 6 узлов составит 0,84 метра, на заднем ходу при скорости $V$ = 1,5 узла составит 0,68 м. При этом скорость во льду толщиной 1,0 м составит 4,5 узла (при требуемой не менее 3 узлов) и 6,4 узла во льду толщиной 0,8 м (при требуемой не менее 6 узлов). Кроме того, конструктивно носовая и кормовая оконечности спроектированы по более высокой ледовой категории (Arc 7). В совокуп-ности с ледопроходимостью на уровне ледокола Icebreaker6 это позволяет обеспечить (в отличие от существующих судов) самостоятельную работу нового парома в тяжелых ледовых условиях на коротком участке перехо-да (примерно до 30 миль в районе п. Ванино). В свою очередь это позво-лит избежать значительных простоев парома в ожидании общей ледо-кольной проводки, либо избыточных расходов в случае индивидуальной проводки.

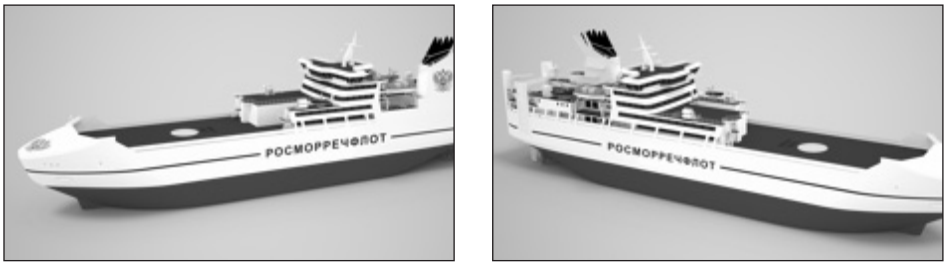



**Рис. 1.** Общий вид нового парома для Сахалина

**Таблица 1.** Сравнение характеристик существующих паромов типа «Сахалин» (проект 1809) с новым паромом проекта CNF11CPD

| Наименование характеристики | «Сахалин» проект 1809 | проект CNF11CPD |
|---|---|---|
| Длина габаритная, м | 127,30 | 131,00 |
| Ширина габаритная, м | 20,32 | 22,60 |
| Ширина расчетная, м | 19,80 | 22,20 |
| Высота борта до ГП, м | 8,80 | 10,10 |
| Высота борта до ВП, м | 14,70 | 16,15 |
| Осадка, м | 6,00-6,60 | 6,00-7,00 |
| Мощность ГД, кВт | 6x1910 | 4x4640 |
| Скорость максимальная, узл | 16,0 | 18,0 |
| Район плавания по мореходности | Ограниченный R1 | Неограниченный |
| Ледопроходимость | Не регламентирована | Со скоростью не менее 3,0 узлов в ровном сплошном льду толщиной 1,0 м и 6-8 узлов во льду толщиной до 80 см |
| Протяженность рельсовых путей, м | 420 | 440 |
| Протяженность полос для автотехники, м | 394 | 1036 |
| Количество пассажиров (каютных), чел | 82 | 100 |
| Количество пассажиров (салонных), чел | 38 | 50 |

Сравнение характеристик существующих паромов типа «Сахалин» (проект 1809) с новым паромом проекта CNF11CPD приведены в таблице 1.

**Выводы**

Морским Инженерным Бюро был создан проект CNF11CPD (см. рисунок 1) автомобильно-железнодорожного парома нового поколения для линии «Ванино – Холмск», который обеспечивает по сравнению с существующими судами типа «Сахалин»:

- повышенные грузовые свойства (вместимость по грузовикам в 2,6 раза больше);
- не имеет ограничений по погоде (неограниченный район плавания);
- может работать в тяжелых ледовых условиях (во льду толщиной 80 см скорость около 6-8 узлов и во льду толщиной 1,0 м скорость около 4,5 узлов);
- в состоянии выполнять самостоятельные (несколько раз в сутки) швартовки без буксирного обеспечения, длительное движение задним ходом по стесненной акватории порта Холмск;
- выдерживает суточный цикл кругового рейса (скорость в эксплуатации 18 узлов);
- 2-х часовую стоянку при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Новый концепт (в варианте CNF11CPD) перевозит до 150 пассажиров, может перевозить опасные грузы.

Установленное на судно оборудование позволяет работать на переходе как на полных, так и на долевых режимах нагрузки, проводить требуемое техническое обслуживание главных двигателей без вывода парома из эксплуатации.

**Список литературы**

Исследование мореходных качеств автомобильно-железнодорожного па-рома [Текст] / ФГУП Крыловский Государственный Научный Центр. Научно-технический отчет. Выпуск 47198, СПб. - 2013.

Model Test in Ice of a double-acting Ferry [Text] / AARC Report A-487, 2013.

УДК 629.5

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПАРОМ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ, А ТАКЖЕ ДРУГИХ НАКАТНЫХ ГРУЗОВ, С ЛЕДОВОЙ КАТЕГОРИЕЙ «АРК4» ДЛЯ ЛИНИИ УСТЬ-ЛУГА – БАЛТИЙСК – ЗАСНИЦ – МУКРАН

**Авторы:** Г.В. Егоров, д.т.н., проф., генеральный директор.,
И.А. Ильницкий, главный конструктор, первый заместитель генерального директора.,
Д.В. Черников, главный конструктор.,
*Морское Инженерное Бюро., г. Одесса*

В докладе указаны основные предпосылки создания новых железнодорожных паромов для работы на линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц – Мукран.

В результате исследований Морским Инженерным Бюро был разработан тех-нический проект CNF19 железнодорожного парома для перевозки железнодорожных вагонов, а также других накатных грузов, с ледовой категорией «Арк4» для работы на линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц (Мукран).

Новый концепт железнодорожного парома для Балтики проекта CNF19 - это стальное самоходное судно с ледовой категорией «Arc4» с бульбообразным фор-штевнем, с тремя грузовыми палубами, кормовым расположением жилой надстройки и машинного отделения, с двухвинтовой дизельной пропульсивной установкой, кор-мовым подруливающим устройством, и двумя носовыми подруливающими устройст-вами.

Технической особенностью разработанного проекта парома нового поколения, является соответствие самым современным требованиям по безопасности, включая требования по экологической безопасности (Балтийское море – особая зона), осо-бенно при перевозке опасных грузов. С этой целью проработан вариант парома, ра-ботающего на сжиженном природном газе.

При этом судно является в отличие от ранее спроектированного для Росмор-порта проекта чисто грузовым – без функции перевозки пассажиров. Учитывая, что на линии Усть – Луга – Балтийск пассажирская функция является дотационной и что пассажирские требования существенно влияют на общее расположение судна и его конструкцию, а также на его скорость и мощность, и, тем самым, заметно снижают вагоновместимость и увеличивают себестоимость грузовых перевозок, решение сделать новый концепт чисто грузовым сделало этот проект окупаемым.

Судно проекта CNF19 предназначено для перевозки до 168 железнодорожных вагонов российского стандарта с шириной колеи 1520 мм, а также других накатных грузов, включая опасные грузы, до 30 рефконтейнеров с эксплуатационной скоро-стью 18 узлов. Класс РС КМ ✪ Arc4 AUT1-ICS OMBO ECO Ro-ro ship.

Основные характеристики:

| | |
|---|---|
| Длина наибольшая | 202,75 м; |
| Длина по КВЛ | 193,70 м; |
| Ширина габаритная | 27,40 м; |
| Высота борта на миделе до главной палубы | 8,60 м; |
| Высота борта на миделе до верхней палубы | 15,00 м; |
| Осадка по ЛГВЛ | 7,00 м; |
| Дедвейт при осадке по ЛГВЛ (около) | 18430 т; |
| Суммарная мощность ЭУ | 20880 кВт. |
| Скорость эксплуатационная | 18 уз; |
| Вместимость ж/д вагонов (длиной 12,02 м) | 168 шт.; |
| Экипаж/пассажиры | 24 чел /12 чел; |
| Автономность плавания по топливу | 10 суток. |

Перевозка вагонов с опасными грузами в таре и навалом, согласно классифи-кации IMDG-Code IMO, включая взрывчатые вещества, химические грузы и удобре-ния, уголь, нефть и нефтепродукты наливом, сжиженные газы и т.д., а также пере-возку автомобильной техники с топливом в топливных баках.

Класс Российского Морского Регистра Судоходства КМ ✪ Arc4 AUT1-ICS OMBO ECO Ro-ro ship, который позволит круглогодично, в том числе при сложной ледовой обстановке в Усть-Луге, осуществлять перевозку железнодорожных ваго-нов, а также других накатных грузов на линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц – Мукран.

Результаты сравнительной экономической эффективности парома CNF19 на линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц были выполнены ЦНИИ морского флота и по-казали, что загрузка паромов только железнодорожными вагонами при полном ис-пользовании вагоновместимости дает срок окупаемости 3,6 года.

При изменении уровня загрузки парома железнодорожными вагонами со 100% до 60% сохраняется положительный финансовый результат, а срок окупаемо-сти увеличивается с 3,6 до 8,2 лет.

При использовании комбинированной загрузки парома железнодорожными ва-гонами (50%) и автотрейлерами (50%) срок окупаемости составляет 11,4 лет. Но этот вариант позволит при работе парома по расписанию постоянно обеспечивать полную загрузку судна и существенно сократить время простоя груза в порту в ожи-дании судна.

В целом можно констатировать экономическую целесообразность строитель-ства парома проекта CNF19 и его эксплуатации на линиях Балтийского моря. Но ужесточение экологических требований по выбросам вредных веществ и вынужден-ное использование дизельного топлива стандарта MGO может привести к значи-тельному снижению доходности перевозок и увеличению срока окупаемости проекта – в такой ситуации предлагается вариант проекта CNF19, работающего на газомо-торном топливе, который имеет вполне эффективные сроки окупаемости (например, при 100% загрузке вагонами 3,2 года – т.е. даже лучше чем исходная модель эксплуатации на тяжелом топливе).

**Выводы** Морским Инженерным Бюро был создан современный проект железнодорож-ного парома проекта CNF19 для перевозки железнодорожных вагонов, а также дру-гих накатных грузов, с ледовой категорией «Арк4» для работы на линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц – Мукран с максимально возможными характеристиками и раз-мерениями, позволяющий круглогодично перевозить грузы, включая опасные.

Рабочая группа Росморречфлота по координации, научно-техническому и ор-ганизационному сопровождению работ по реализации федеральной целевой про-граммы "Развитие гражданской морской техники на 2009-2016 годы" одобрила пред-ложенный проект грузового парома CNF19 для перевозки железнодорожных вагонов, а также других накатных грузов, с ледовой категорией «Арк4» для Балтийского моря.

УДК 629.5

## ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РЕЧНЫХ ЗЕМЛЕСОСОВ

**Авторы:** Н.В. Автутов, главный конструктор, директор по перспективному развитию.,
Н.Ю. Музыка, инженер-конструктор 2-й категории.,
*Морское Инженерное Бюро., г. Одесса*

Дноуглубительный флот (землесосы, многочерпаковые снаряды и т.п.) играет большую роль в создании и поддержании в рамках требуемых габаритов системы внутренних водных путей.

При этом из всего состава технического флота (дноуглубительные, дноочисти-тельные снаряды, плавкраны, грунтоотвозные шаланды, мотозавозни, обстановоч-ные, служебно-разъездные теплоходы, промерные катера, нефтянки и др.) именно дноуглубительные снаряды представляют собой наиболее сложные, дорогие в про-ектировании и строительстве и энергоемкие в эксплуатации объекты судостроения. Достаточно сказать, что длительность их строительства составляла по головным су-дам - 3–4 года, по серийным – 2 - 3 года. В настоящее время продолжительность строительства новых земснарядов за рубежом зависит от их конструкции и составляет 1-3 года.

Обеспечение комплекса путевых работ напрямую зависит от количества, со-става и работоспособности судов технического флота. И уже сегодня можно с уве-ренностью сказать, что для выполнения путевых работ имеется дефицит судов тех-нического флота, находящихся в работоспособном состоянии.

Анализ состояния технического флота по нормативным срокам службы судов показывает, что средний износ составляет 84%. К 2010 году 50% флота должно бы-ло быть списано. Наибольшую тревогу вызывает ухудшение состояния дорогостоя-щего дноуглубительного флота, для которого характерно его интенсивное выбытие на перспективу до 2015-2016 гг.

Сложившаяся ситуация с техническим флотом требует принятия кардиналь-ных мер с целью восстановления производственных мощностей как за счет роста количественного состава судов, так и их технической производительности.

Для обеспечения выполнения объемов путевых работ необходимо начать восполнение парка технического флота за счет нового судостроения и одновремен-но обновление и/или строительство судов с применением элементов эксплуатиро-вавшихся судов.

**Выводы**

Анализ полученных результатов подтверждает, что разработанная в 70-х го-дах прошлого столетия сетка судов технического флота устарела, требует обновле-ния и обоснования строительства судов новых типов с учетом современных тенден-ций (направлений) в судостроении, оптимизации судов по производительности, уни-фикации проектов, особенно для судов, занятых на обслуживании знаков навигаци-онного оборудования судовых ходов, а также судов природоохранного назначения.

Землечерпательные снаряды представляют собой наиболее сложные, доро-гие в проектировании и строительстве, а также энергоемкие в эксплуатации объекты судостроения. Большая часть судов была построена за рубежом: в Чехословакии, Финляндии, Японии, Голландии.

В перспективной сетке судов должны быть предложены типовые проекты су-дов – в первую очередь, для землесосов и земснарядов, с учетом использования со-временных технологий судостроения, новых материалов и оборудования, а также современных требований экологии, санитарных правил и других документов.

Вместе с тем эти суда должны быть оптимизированы по производительности и конструктивным решениям, совершенствованию технологии производства дноуглу-бительных работ, учитывая особенности каждого речного бассейна и другие харак-теристики.

УДК 629.5.01

## СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛАВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОСТАВНЫХ СУДОВ

**Автор:** А.Г. Егоров, младший научный сотрудник.,
*Морское Инженерное Бюро., г.Одесса*

Одним из решений, которое позволяет работать речным судам эффективно в условиях малых глубин, является создание составных судов (грузовых судов с бар-жами-приставками).

Дело в том, что, чем больше груза судно возьмет в конкретных путевых усло-виях, тем больше эффективность этого судна, поэтому естественным проектным решением является увеличение главных размерений в плане – длины и ширины.

Но полностью выбрать максимальные габариты, как правило, длину, которые позволяют путевые условия и размеры шлюзов, единым корпусом получается не всегда. Представьте себе не составное речное судно длиной около 170-200 м при речной осадке в 3,60 м. Понятно, что общая прочность такого корпуса обеспечена не будет. Собственно эта причина и определяет интерес к составным судам (прочность составных частей меньшей длины уже обеспечить проще).

Вопросы оптимизации основных характеристик барже-буксирных составов (ББС) и составных судов смешанного река-море плавания рассматривались, в ос-новном, в советское время [1, 2], и лишь отдельные вопросы в основном толкаемых составов сейчас [3].

За основу определения основных характеристик составных судов был взят ал-горитм оптимизации, предложенный известным советским инженером, создателем судов типа «Волго-Дон» Б.В. Богдановым [1]. Алгоритм определения главных харак-теристик составов и составных судов на примере судов «Днепро-макс» класса при-веден на рисунке 1.

Выводы

В докладе приведена математическая модель определения главных характе-ристик составного судна и состава смешанного река-море плавания, которая ис-пользуется для предварительного проектирования судов нового поколения.

Для достижения максимального экономического эффекта главные размерения необходимо выбирать максимально возможными в заданных путевых условиях и по условию достаточной управляемости по аналогии с са-

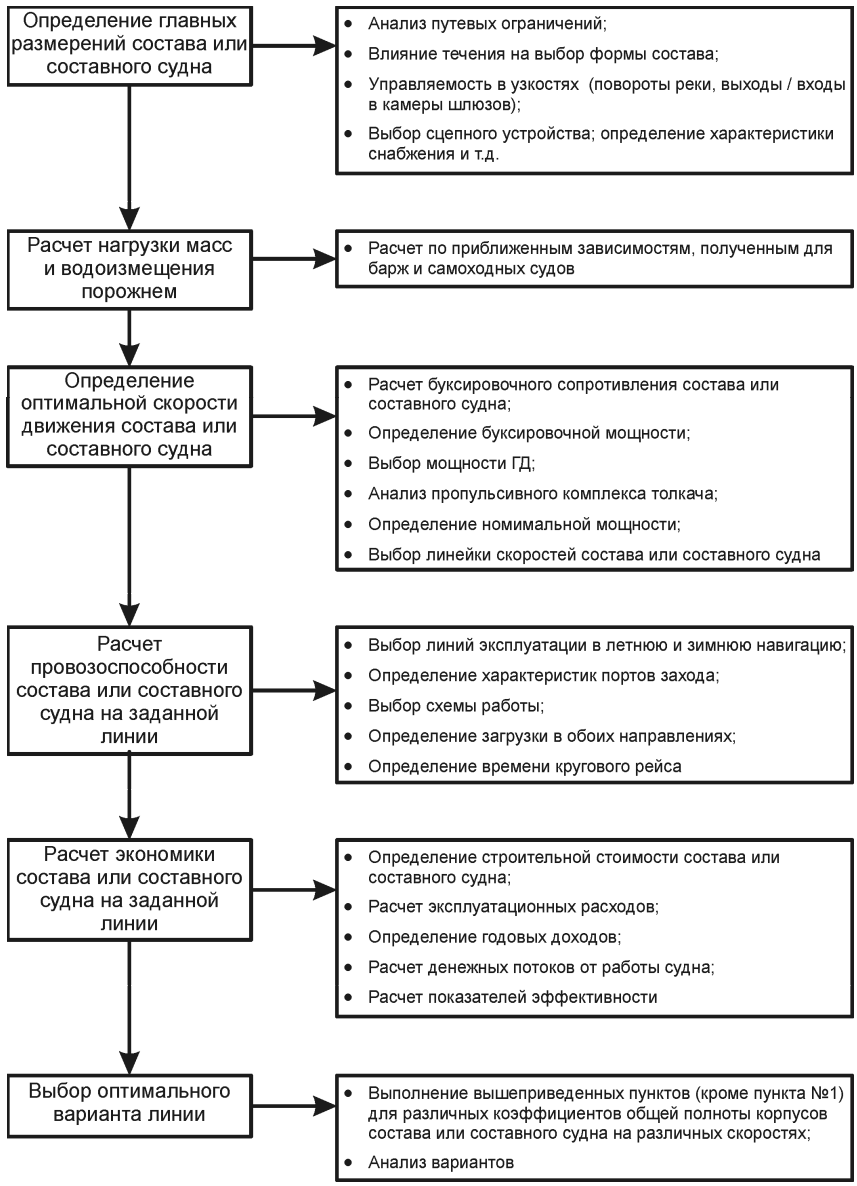



**Рис. 1.** Блок-схема определения главных характеристик составов и составных судов «Днепро-макс» класса

моходными ССП. При этом со-став или составное судно должно проходить любой шлюз на рассматриваемой ли-нии без переформирования.

Назначение оптимального класса по конкретному району плавания обеспечи-вает минимизацию массу судна порожнем. С учетом выбора мак-симально возможно-го по фактическим условиям эксплуатации коэффици-ента общей полноты это по-зволяет увеличить грузоподъемность состава

на ограниченных речных осадках. По данным модельных испытаний, CFD моделирования и реальной эксплуатации при скоростях до 10 узлов влияние «сверхполноты» на расходы незначительное.

**Список литературы**

1. Богданов Б.В., Алчуджан Г.А., Жинкин В.Б. Проектирование толкаемых со-ставов и составных судов [Текст]. - Л: Судостроение, 1981. - 224 с.
2. Ваганов Г.И. Эксплуатация секционных составов [Текст]. - М: Транспорт, 1974. - 192 с.
3. Толкаемые составы смешанного река-море плавания - решение важнейших проблем водного транспорта России [Текст] / Б.А. Атлас, М.И. Войников, А.Д. Гофман, А.К. Иванов, В.В. Немцев, П.Н. Крюков, К.В. Слатин // Судо-строение. - 2010. - №3. - С. 18-22.

УДК 629.5.01

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЩЕЙ ПОЛНОТЫ И СКОРОСТИ СОСТАВНЫХ СУДОВ И БАРЖЕ-БУКСИРНЫХ СОСТАВОВ «ДНЕПРО-МАКС» КЛАССА

**Автор:** А.Г. Егоров, младший научный сотрудник.,
*Морское Инженерное Бюро., г.Одесса*

Как было неоднократно показано в работах [1, 3, 4], выбор главных размере-ний судов смешанного река-море плавания определяется путевыми условиями, и, соответственно, инструментом проектировщика остается масса судна порожнем и коэффициент общей полноты. Оценка оптимального значения коэффициента полно-ты получается на основании оценки экономической эффективности проекта судна как функция скорости судна в рамках моделей эксплуатации, отражающих основные условия работы судна [2]. Оценка экономической эффективности была выполнена для трех вариантов, оптимальные значения приведены ниже.

ББС «Днепро-макс» класса, эксплуатирующийся по модели «вертушка» (см. рисунок 1).

При существующей стоимости на судовое топливо, для чисел Фруда $Fr \le 0{,}11$ оптимальным является $C_b^{opt} = 0{,}95$, для $Fr > 0{,}11$ $C_b^{opt} = -520{,}93 \cdot Fr^3 + 154{,}15 \cdot Fr^2 - 15{,}525 \cdot Fr + 1{,}4843$. При стоимости на судовое топливо 1000 $/т, для чисел Фруда $Fr \le 0{,}11$ оптимальным является $C_b^{opt} = 0{,}95$, для $0{,}11 < Fr \le 0{,}15$, $C_b^{opt} = 1114{,}8 \cdot Fr^3 - 401{,}2 \cdot Fr^2 + 43{,}823 \cdot Fr - 0{,}5114$.

*ББС «Днепро-макс» класса, эксплуатирующийся по модели «самоходное суд-но» (см. рисунок 2).*

При существующей стоимости на судовое топливо для чисел Фруда $Fr \le 0{,}09$ оптимальным является $C_b^{opt} = 0{,}95$, для $Fr > 0{,}09$

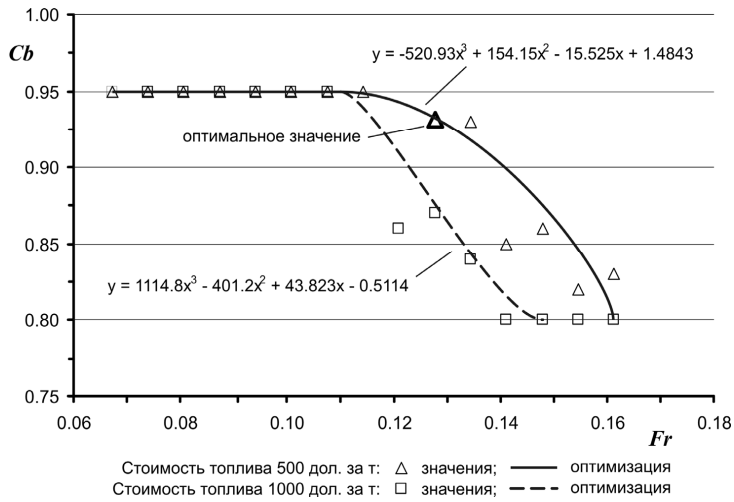



**Рис. 1.** Зависимость оптимального значения $C_b$ от числа $Fr$ (для всего состава) по финансовому результату $P$ за год работы

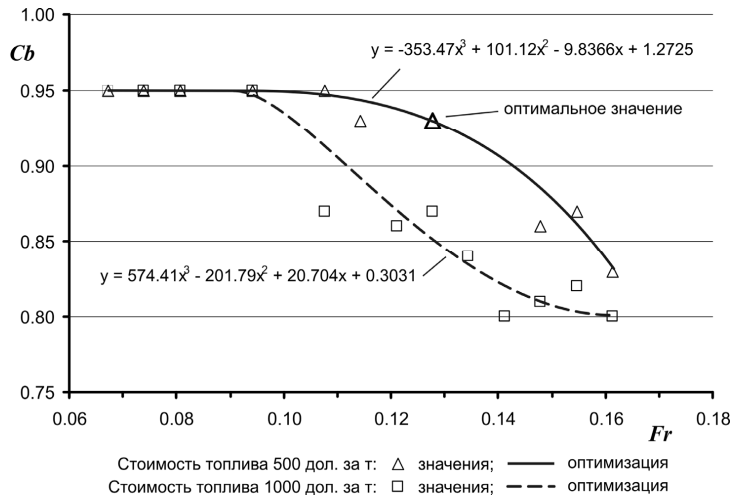



**Рис. 2.** Зависимость оптимального значения $C_b$ от числа $Fr$ (для всего состава) по финансовому результату $P$ за год работы

$C_b^{opt} = -353{,}47 \cdot Fr^3 + 101{,}12 \cdot Fr^2 - 9{,}8366 \cdot Fr + 1{,}2725$.

При стоимости на судовое топливо 1000 \$/т, для чисел Фруда $Fr \le 0{,}09$ опти-мальным является $C_b^{opt} = 0{,}95$, для $Fr > 0{,}09$

$C_b^{opt} = 574{,}41 \cdot Fr^3 - 201{,}79 \cdot Fr^2 + 20{,}704 \cdot Fr + 0{,}3031$.

*Составное судно «Днепро-макс» класса (см. рисунок 3).*

При существующей стоимости на судовое топливо, для чисел Фруда $Fr \le 0{,}07$ (для всего составного судна) оптимальным является $C_b^{opt} = 0{,}95$,

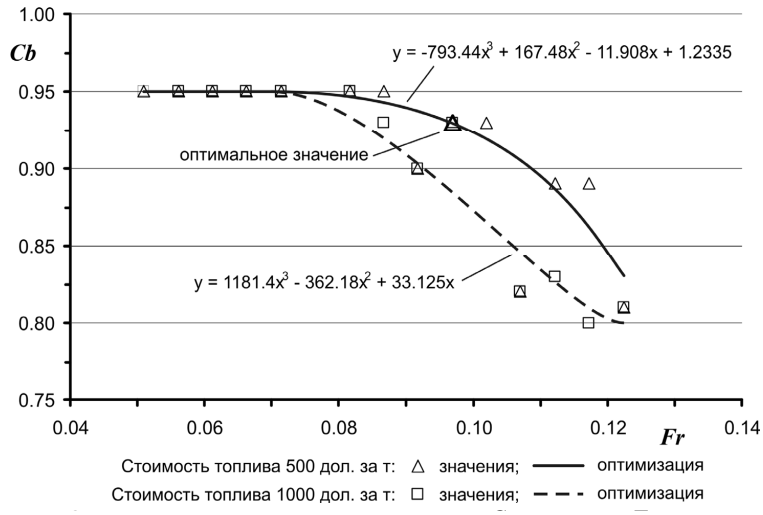



**Рис. 3** Зависимость оптимального значения $C_b$ от числа $Fr$ (для всего составного судна) по финансовому результату $P$ за год работы

для $Fr > 0{,}07$

$C_b^{opt} = -793{,}44 \cdot Fr^3 + 167{,}48 \cdot Fr^2 - 11{,}908 \cdot Fr + 1{,}2335$ . .

При стоимости на судовое топливо 1000 \$/т, для чисел Фруда $Fr \leq 0{,}07$ (для всего составного судна) оптимальным является $C_b^{opt} = 0{,}95$,

для $Fr > 0{,}07$

$C_b^{opt} = 1181{,}4 \cdot Fr^3 - 362{,}18 \cdot Fr^2 + 33{,}125 \cdot Fr$ .

**Выводы**

Анализ рассматриваемых моделей показал, что определение наиболее эф-фективного для смешанных перевозок коэффициента общей полноты является ком-плексной задачей нахождения «золотой середины», в которую входят «разнона-правленные» характеристики:

- объем перевозок (чем больше перевезенного груза, тем лучше с точки зре-ния и экономики, и «захвата» рынка перевозок, однако, максимальный объем дости-гается при высоких скоростях, что, в итоге, негативно влияет на конечный результат и себестоимость перевозок из-за больших расходов на топливо – причем при увеличении стоимости на топливо этот показатель будет еще более актуальным);

- расход топлива (чем меньше эксплуатационная скорость и , тем мень-ше расходы);

- характеристики портовых перегружателей и гидросооружений на пути следо-вания по реке (по-разному влияют на , возможно появление дополни-тельного кру-гового рейса);

- безопасность мореплавания и ограничения по скоростному режиму (при ско-ростях ниже 4,5 узлов ССП с «полными» обводами с $C_b$ = 0,93 теряют управляе-мость, при высоких скоростях свыше 10 узлов ССП обла-

дают инерционными харак-теристиками, не позволяющими быстро отреагировать на резко изменившуюся обстановку на реке – маломерный катер, встречное судно, отмель, крутой поворот – это особо важно для составных судов с габаритной длиной более 200 м; как итог учета этих опасностей на речном участке - невозможность реализации высоких экс-плуатационных скоростей).

Для существующих реалий речных и смешанных река-море перевозок массо-вых партий груза наиболее эффективным для смешанных перевозок является судно с максимально возможным коэффициентом полноты для определенного диапа-зона скоростей. Для диапазона скоростей 8,5-10 узлов (основной диапазон работы существующих ССП) наиболее эффективным является $C_b$ = 0,93, при больших зна-чениях резко вырастает буксировочное сопротивление, а, соответственно, и расхо-ды на топливо, при меньших значениях – перевозится меньше груза и, соответст-венно, хуже экономика при таких же портовых и различных навигационных (шлюзо-вание, проход под мостами) сборах.

## Список литературы

1. **Егоров А.Г.** Определение главных размерений барже-буксирного состава смешанного плавания «Днепро-макс» класса [Текст] // Вісник ОНМУ. - Оде-са: ОНМУ, 2013. - Вип. 3 (39). - С. 37-61.

2. **Егоров А.Г.** Модели эксплуатации составов смешанного река-море плава-ния [Текст] // Морской Вестник.- 2015. - №1 (53) - С. 101-107.

3. **Егоров Г.В.** Проектирование судов ограниченных районов плавания на ос-новании теории риска [Текст]. - СПб: Судостроение, 2007. - 384 с.

4. **Кочнев Ю.А.** Оптимизация элементов танкера на ранней стадии проектиро-вания [Текст] // Труды Нижегородского государственного технического уни-верситета им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород: НГТУ, 2010. - №4 (83). - С. 166-173.

УДК 629.5 Е30

# ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ АВАРИЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО И СМЕШАННОГО РАЙОНОВ ПЛАВАНИЯ

**Автор:** В.А. Нильва, младший научный сотрудник.,
*Морское Инженерное Бюро.,г.Одесса*

По сравнению с морскими судами особенность эксплуатации судов смешанного и внутреннего плавания заключается в значительном времени их работы в условиях рек, каналов, шлюзов, узкостей. В связи с этим значительно увеличивается вероятность столкновений, посадки на мель, навалов на устой мостов и т.д. Для оценки вероятности той или иной аварийной ситуации, причин ее возникновения, ее вероятных последствий можно использовать усреднённые безразмерные величины, полученные при обработке статистических данных: материалов филиалов РРР и база данных «Флот», данные, обработанные в [1].

Целью данной работы является обработка статистических данных по авариям судов внутреннего и смешанного плавания за период с 1991-2012, классификация видов повреждения корпусных конструкций, получение величин усреднённых вероятностей видов аварий.

При обработке статистических данных (как первый шаг на пути формальной оценке риска при эксплуатации судов) Егоровым Г.В. была предложена классификация основных групп идентифицированных опасностей [1]. Основные три раздела этой классификации:

- опасности, связанные с техническим состоянием корпуса, машин, механизмов и систем судна;
- опасности, связанные с нарушениями технологии перевозки груза;
- опасности, связанные с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа.

Если рассматривать весь массив известных аварийных ситуаций в целом, то такой подход позволяет проанализировать и отсортировать по составляющим весь объем исходных данных. В данной же работе из массива исходных данных выделяется часть, которая частично объединяет 1 и 3 разделы указанной выше классификации, а именно корпусные повреждения, связанные с техническим состоянием судна и с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа.

Следуя классификации (см. рис.1), причины повреждения корпуса делятся на: столкновения, ледовые повреждения, посадки на мель, нарушение ветро-волнового режима, взрывы и пожары, прочие. Также данная классификация учитывает локализацию повреждения по длине судна и/или глубину повреждения (пробоина или деформация).

В результате анализа был получен список аварийных случаев за период 1991-2012. Среди рассмотренного массива было выбрано 246 аварийных случаев, которые повлекли за собой повреждение корпуса судна.

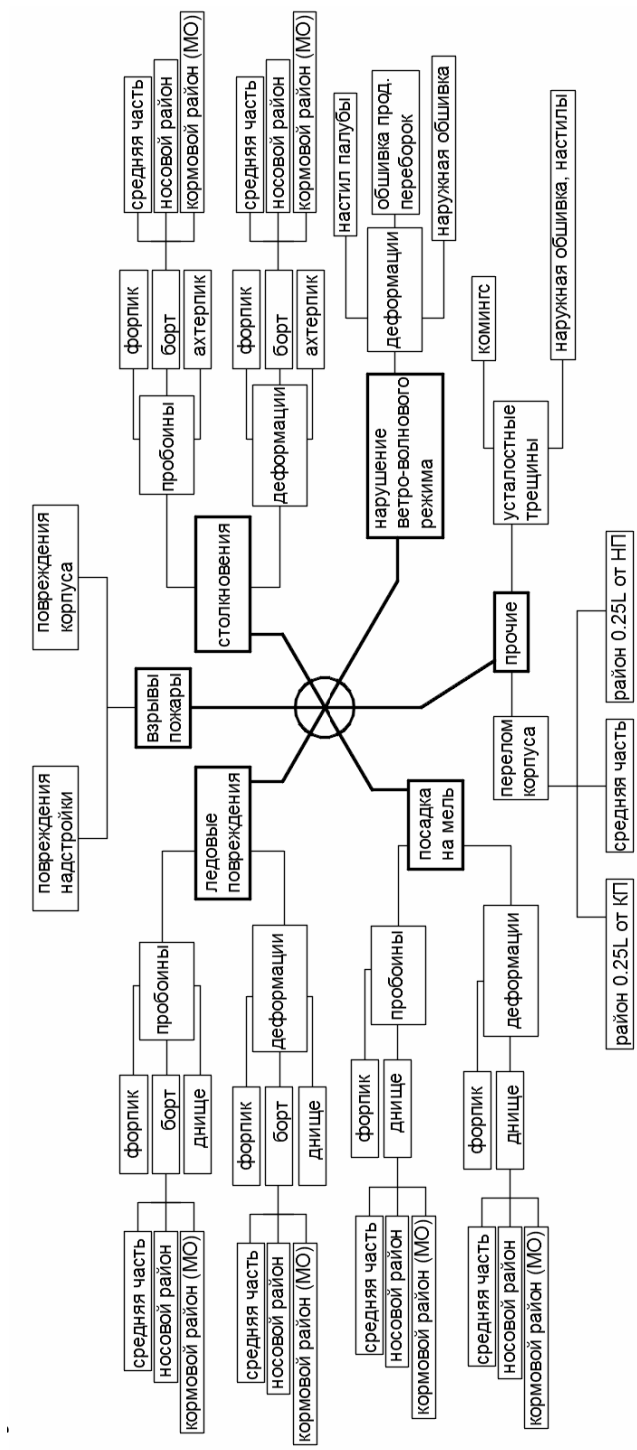



**Рис. 1** Классификация повреждений корпуса

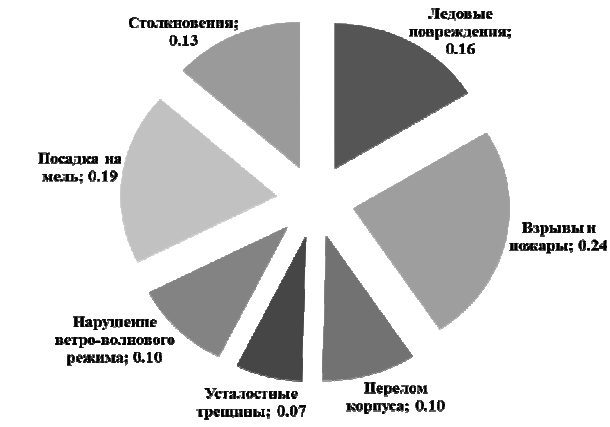



**Рис. 2** Относительное распределение видов аварий

На рис.2 изображено отношение случаев каждого из видов аварий n к суммарному количеству случаев N.

**Выводы**

В работе представлен анализ статистических данных по авариям судов внутреннего и смешанного плавания за период с 1991-2012. Изначально закладывалась идея нахождения условных вероятностей для отдельных видов повреждения корпуса, поэтому была предложена более подробная классификация повреждений только корпусных конструкций с учетом расположения повреждения по длине судна и не включающая варианты выхода из строя устройств, систем и механизмов судна. По полученным результатам можно сделать вывод, что наиболее вероятные виды повреждения судов внутреннего плавания – пожары и взрывы, посадка на мель и ледовые повреждения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Егоров Г.В.** Анализ аварий корпусов судов ограниченных районов плавания // Проблеми техніки. - 2002. - №3. - С. 3-25.

УДК 629.5.01

# ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ КОРАБЛІВ БЕРЕГОВОЇ ОХОРОНИ

**Автори:** Нєкрасов В.О., Бондаренко О.В.,
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

Основою для інноваційного забезпечення захисту кордонів морської держави є зміни у сфері безпеки, які обумовлені різноманітними факторами глобального, регіонального та локального рівнів та супроводжуються як позивними явищами політичного, соціального і економічного характеру, так і негативними, викликаними фрагментацією безпеки, ерозією режимів, посиленням тероризму, послабленням ролі міжнародних організацій. На всі ці негативні виклики сучасності повинна бути знайдена відповідь. У зв'язку з цим сучасний корабель берегової охорони необхідно розглядати як багатофункціональний об'єкт, здатний виконувати не тільки охоронно-поліцейські та пошуково-рятувальні функції, але й проводити антитерористичні, антипіратські і військові операції.

Основою методології, прийнятої в даній роботі, є комплексне дослідження тактико-технічних характеристик (ТТХ) корабля берегової охорони як складної технічної системи і пошук оптимального варіанту з урахуванням використання корабля у взаємодії з іншими силами і засобами, у тому числі бойового забезпечення і повсякденного обслуговування [1].

На корабель берегової охорони покладаються певні функції. Для успішного їх виконання КБО повинен володіти певними характеристиками в залежності від поставленої задачі, засобами захисту, засобами виявлення, засобами ідентифікації, обладнанням, артилерійським та авіаційним озброєнням.

В основу концепції покладено наступні положення:

1. Сучасний корабель берегової охорони України має бути багатофункціональним, та представляти собою платформу-носій. Для виконання різноманітних задач на кораблі будуть встановлюватися змінні модулі.

Даний підхід зараз активно запроваджується при проектуванні патрульних кораблів передовими проектними організаціями світу. Як приклад, можна навести універсальну 25 м платформу СМПВ, розроблену німецькою фірмою Abeking & Rasmussen. Шість кораблів даного типу уже експлуатується військово-морськими силами Латвії.

2. Для оцінювання ефективності корабля берегової охорони використовується комплексний критерій «вартість–ефективність» основними складовими якого є показники функціональної $E$ та економічної ефективності $S_i$ з урахуванням рівня надійності самого КБО та його систем:

$$f(X, U) = S_i/E \rightarrow \min,$$

де $U$ – вектор параметрів задачі проектування; $X$ – вектор незалежних змінних.

Визначення цих показників відбувається за допомогою комп'ютерного моделювання різноманітних сценаріїв розвитку подій при вирішенні тієї чи іншої задачі, яка покладена на КБО.

Усі можливі функції КБО розділено на чотири групи (місії):

– пошуково-рятувальна (SAR);

– дотримання правового режиму та запобігання загрозам (ELT);

– охорона довкілля, боротьба із забрудненням моря (MEP);

– військове використання (MR).

Ефективність ELT функції визначається за елементами, наведеними у табл. 1.

Ефективність SAR функції визначається за сумарною ймовірністю успішного виконання сукупності наступних основних елементів:

– пошуку та рятування людей;

– тушіння пожежі;

– буксирування аварійного судна невеликої водотоннажності до місця ремонту або найближчого порту.

Функція MEP передбачає проведення:

– попереджувальних заходів: інспекції в порту та різні берегові функції, наприклад, портовий нагляд;

– заходів щодо ліквідації аварійних ситуацій по забрудненню довкілля: обмеження для запобігання розширення зони забруднення, ліквідація забруднення.

**Таблиця 1** – Основні елементи ELT функції

| Елемент місії | Метод використання | Зона охорони | Траффік |
|---|---|---|---|
| Заборона:<br>– наркотики | патрулювання зони, захоплення та ескортування | Визначена постійна зона | Випадковий з відомим загальним трафіком |
| – імміграція | | | |
| – контрабанда | | | |
| Нагляд:<br>– за промислом іноземними суднами | постійне патрулювання, ескортування | Визначена змінна зона | Відомий |
| – за промислом вітчизняними суднами | | | |
| – інші види діяльності | | | |
| Контроль:<br>за континентальним шельфом | випадкове патрулювання, дія за викликом | Постійне розташування | Випадковий з невідомим загальним трафіком |
| Розслідування:<br>– піратство | випадкові виклики, локальне розслідування | Відомий регіон | Випадковий з грубою оцінкою |
| – повстання | | | |

3. Для покращання ефективності КБО має бути обладнаний безпілотними засобами: безпілотними літальними апаратами, дистанційно керованими катерами, ненаселеними підводними апаратами;

4. Вибір проектних характеристик КБО необхідно виконувати шляхом моделювання його основних функцій в середовищі, в якому передбачається експлуатувати корабель. Для кожної із функцій розроблено сценарій дій КБО за яким визначається ефективність виконання КБО поставленої задачі. Як приклад, наведено сценарій патрулювання при виконанні функції ELT.

Сценарій 1 – патрулювання заданої зони кораблем берегової охорони (OPV). Зона патрулювання характеризується різноманітними типами суден, які можуть перебувати в ній [2]:

– нейтральні судна та катери. Наприклад, комерційні судна (CS), риболовні судна (FB);

– судна-порушники, які підозрюються в нелегальній діяльності (SIAV).

Мета КБО – ідентифікувати SIAV та, по можливості, провести їх затримання, або присікти його нелегальну діяльність. Для ідентифікації КБО може використовувати радар та/або безпілотний літальний апарат (UAV). Можливі чотири ситуації розвитку подій в залежності від:

– наявності або відсутності вертольоту для перехоплення судна-порушника;

– співвідношення швидкості КБО і судна-порушника;

– маневрування судна-порушника. У даному випадку якщо судно-порушник не виявило, що його знайшов КБО, то воно продовжує свій курс (рис. 1). Якщо ж судно-порушник виявило КБО, то воно буде рухатися у напрямку, протилежному руху КБО з метою збільшення відстані, або виходу за межі зони патрулювання (рис. 2).

Ситуація А: Швидкості судна-порушника та КБО рівноцінні. На КБО немає вертольоту або UAV. Судно-порушник маневрує. У даному випадку можливість провести затримання становить 12–24 %.

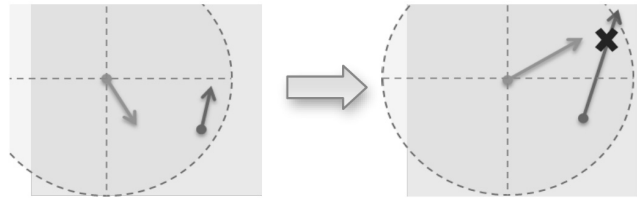


**Рис. 1.** Затримання судна-порушника за відсутності його маневрування

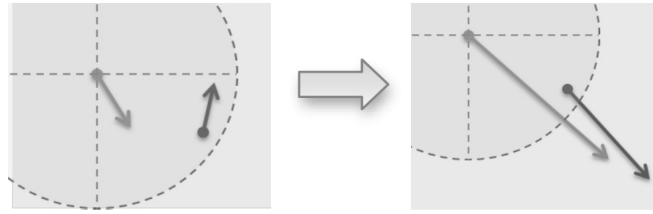


**Рис. 2.** Затримання судна-порушника при його маневруванні

Ситуація B: Швидкість судна-порушника значно більша за швидкість КБО. На КБО відсутній вертоліт або UAV. Судно-порушник маневрує. У даному випадку можливість провести затримання становить 0 %.

Ситуація C: Судно-порушник не маневрує. На КБО відсутній вертоліт, але наявний UAV. Наявність UAV значно покращує пошукову здатність КБО. Оскільки судно-порушник не маневрує, а UAV дає змогу наперед оцінити ймовірність перехоплення, то можливість затримання судна-порушника збільшується до 80 %.

Ситуація D: Судно-порушник може маневрувати або ні. На КБО наявні вертоліт та UAV. В залежності від прийнятої стратегії маневрування судна-порушника, наявність вертольоту значно збільшує можливість затримання.

При моделювання вказаних вище ситуацій необхідно враховувати погодні умови в зоні патрулювання, оскільки вони значно впливають на можливість використання вертольота та UAV.

**Список використаної літератури:**

1. **Томашевский, В. Т.** Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение; СПб.: Политехника. Расчет и конструирование машин. Раздел IV. Корабли и суда. Т. IV-20. Общая методология и теория кораблестроения. Кн. 1 [Текст] / В. Т. Томашевский, В. М. Пашин, И. Г. Захаров и др; Под ред. В. Т. Томашевского, В. М. Пашина. – СПб.: Политехника, 2003. – 744 с.

2. Supporting the US NAVY Fleet in any sea from design through in-life sustainment to modernization [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.navalengineers.org/ProceedingsDocs/FMMS/FMMS2013/FMMSPapers/Bozzelli_paper.pdf

УДК 629.5.01

## РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ МАС СУДЕН ДЛЯ ДОСТАВКИ ПЕРСОНАЛУ НА ШЕЛЬФОВІ ВІТРОЕЛЕКТРОПАРКИ

**Автор:** Бондаренко О.В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Однією з задач, яку необхідно вирішувати на початкових етапах проектування суден для доставки персоналу на шельфові вітроелектропарки (WFSV) є розрахунок водотоннажності та її складових. Виконаний аналіз літератури показав відсутність публікацій за даною тематикою і тому дана задача є актуальною. Для її вирішення автором запропоновано використати методику, основу якої становлять роботи [1, 2] з уточненнями та доопрацюваннями щодо врахування особливостей експлуатації WFSV.

Для визначення повної водотоннажності WFSV використано наступну формулу:

$$\Delta = W_{LS} + DW,$$

де $\Delta$ – повна водотоннажність, т; $W_{LS}$ – водотоннажність судна порожнем, т; $DW$ – дедвейт, т.

Дедвейт WFSV доцільно визначити за наступною залежністю:

$$DW = W_{PL} + W_{FOil} + W_{CR} + W_{FW} + W_{SR},$$

де $W_{PL}$ – маса корисного навантаження, т; $W_{FOil}$ – маса палива та мастила, т; $W_{CR}$ – маса екіпажу, т; $W_{FW}$ – маса запасів прісної води, т; $W_{SR}$ – маса провізії, т.

У відповідності з даними статей [1, 2] водотоннажність порожнем розраховується за формулою:

$$W_{LS} = W_{Hull} + W_M + W_{Out} + W_{SM},$$

де $W_{Hull}$ – маса корпусу; $W_M$ – маса енергетичної установки; $W_{Out}$ – маса обладнання; $W_{SM}$ – запас водотоннажності.

Масу корпусу катамарана доцільно визначати як суму мас корпусних конструкцій та рубки

$$W_{\text{Hull}} = W_{\text{Str}} + W_{\text{Sup}}.$$

Маса корпусних конструкцій катамарана залежить від матеріалу і визначається за формулою:

$$W_{\text{Str}} = K_s E_s^{1,33}.$$

де $E_s$ – модуль; $K_s$ – коефіцієнт, який враховує тип матеріалу корпусу: для алюмінієво-магнієвого сплаву – $K_s = 0,002 + 0,0064 G_f S_f$, для склопластику – $K_s = 0,0135 G_f S_f - 0,0034$; $S_f$ – коефіцієнт, який враховує район експлуатації судна; $G_f$ – коефіцієнт, який враховує призначення судна.

Розрахунок загальної зведеної площі $S_R$ виконано шляхом визначення площ поверхонь днища $S_1$, бортів $S_2$, палуб $S_3$, перебірок $S_4$ та з'єднувальної конструкції $S_5$:

$$S_1 = 2\nabla_1^{1/3}\left(3,51\nabla_1^{1/3} + 0,568 L_{WL}\right), \text{ м}^2;$$

$$S_2 = 2,1\left(L_{OA} + L_{WL}\right)\left(D - d\right), \text{ м}^2;$$

$$S_3 = 2,3 L_{OA} B, \text{ м}^2;$$

$$S_4 = 1,3 N_{WTB} C_M B_X D, \text{ м}^2;$$

$$S_5 = 0,92 L_{WL}\left(S_X - 1,4 B_X\right)\left(1,96 + H_C\right), \text{ м}^2,$$

де $\nabla_1$ – об'ємна водотоннажність одного корпуса, м$^3$; $L_{WL}$ – довжина по ватерлінії, м; $L_{OA}$ – довжина найбільша, м; $D_X$ – висота борту (рис. 1), м; $d_X$ – осадка, м; $B$ – ширина найбільша, м; $B_X$ – ширина одного корпусу катамарана, м; $S_X$ – горизонтальний кліренс, м; $H_C$ – висота моста, м; $N_{WTB}$ – кількість поперечних водонепроникних перебірок; $C_M$ – коефіцієнт повноти мідель-шпангоута.

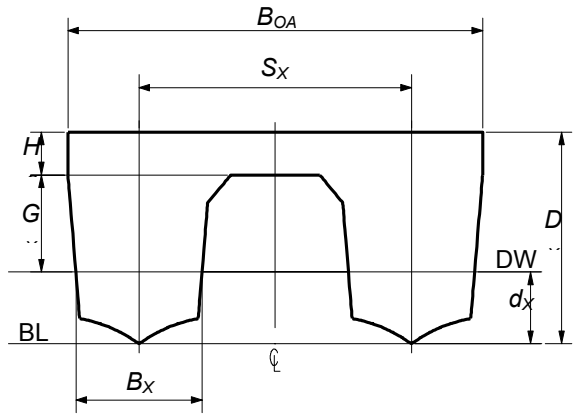



**Рис. 1** Схема головних розмірів катамарана

Тоді загальна зведена площа $S_R$:

$$S_R = S_1 + 0{,}73S_2 + 0{,}71S_3 + 0{,}67S_4 + 0{,}81S_5.$$

Модуль розраховується за формулою

$$E_s = f_{R_1} f_{R_2} S_R, \text{ м}^2,$$

де $f_{R_1}$ – корегуючий коефіцієнт, який враховує вплив відношення осадки до висоти борту:

$$f_{R_1} = 1{,}15\left(\frac{d}{D}\right)^{0{,}25};$$

$f_{R_2}$ – корегуючий коефіцієнт, який враховує вплив об'ємної водотоннажності одного корпусу катамарана:

$$f_{R_2} = 0{,}7 + 2{,}37\left(1{,}26 + L_{WL}\right)\nabla_1 / L_{WL}^3.$$

Масу рубки можна визначити за формулою:

$$W_{Sup} = g_{Sup} V_{Sup}, \text{ т},$$

де $g_{Sup}$ – вимірник маси рубки катамарана; $V_{Sup}$ – об'єм рубки.

Маса обладнання катамарана, т:

$$W_{Out} = 0{,}03 L_{oa} B.$$

Маса енергетичної установки визначається за формулою

$$W_M = W_P + W_{Rm},$$

де $W_P$ – маса пропульсивного комплексу: $W_P = W_D + W_{GB} + W_{WJ}$, $W_D$ – маса головних двигунів, $W_{GB}$ – маса редукторів; $W_{WJ}$ – маса водометів або гвинтів; $W_{Rm} = 0{,}55W_P$ – маса іншого обладнання енергетичної установки.

Запас водотоннажності на початкових етапах проектування приймається в процентах від повної водотоннажності

$$W_{SM} = 0{,}025\Delta, \text{ т}.$$

Для оцінювання достовірності результатів, отриманих за запропонованою методикою, автором було виконано серію розрахунків, які показали прийнятну для початкових етапів похибку обчислень.

**Висновок**. Таким чином у результаті проведеного дослідження отримано залежності для визначення складових навантаження мас WFSV на початкових етапах проектування.

**Список використаної літератури:**

1. **Grubisic, I.** Reliability of Weight Prediction in the Small Craft Concept Design [Text] / I. Grubisic // Proceedings of the 6th international conference on high-performance marine vehicles “HIPER 2008” (18–19 September 2008). – Naples, 2008. – P. 215–226.

2. **Grubisic, I.** Multi-Attribute Design Optimization of Adriatic Catamaran Ferry [Text] / I. Grubisic, I. Munic // Maritime Transportation and Exploitation of Ocean and Coastal Resources – Guedes Soares, Garbatov & Fonseca Eds (26–30 September 2005): IMAM-2005. – London: Taylor & Francis Group, 2005. – P. 851–858.

УДК 389.14+658.16(075.8)

## АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ЕМПІРИЧНОГО ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ДАНИХ НЕПРЯМОГО ВИЗНАЧЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ВЕЛИЧИН НА ПРИКЛАДІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТІЛ КОЧЕННЯ ПІДШИПНИКІВ

**Автори:** Вамболь С.О., Міщенко І.В., Кондратенко О.М., Бурменко О.А., *НУЦЗУ, м. Харків*

Аналіз і оцінювання похибок вимірювання, які характеризують його недосконаліть, є одним з розділів метрології. Закономірність прояву випадкових похибок, як додатних, так і від’ємних, піддається урахуванню при достатньо великій кількості вимірювань. За деяких умов (умовна однакова кількість різнознакових похибок, обмеження на абсолютну величину похибок, компенсація випадкових похибок при їхньому додаванні) розподіл випадкових похибок підкоряється нормальному розподілу. На практиці для перевірки нормальності застосовують візуальні методи, наприклад, гістограми, нормальні імовірнісні графіки або числові методи за допомогою оцінки коефіцієнтів асиметрії та ексцесу. Але при невідповідності емпіричного розподілу, який зазвичай представлений у вигляді гістограми, нормальному стає питання пошуку або підбору такого розподілу, який за певними критеріями точніше описує емпіричний розподіл. Серед десятків існуючих типових розподілів, які можна вважати кандидатами для подальшої оцінки параметрів, можна здійснити вибір потрібного закону розподілу через аналіз гістограми та моментних оцінок. Відповідно до обраного закону розподілу здійснюється перевірка гіпотези про відповідність емпіричного розподілу до теоретичного, що при підтвердженні гіпотези приво-

дить до розв'язання задачі апроксимації. У протилежному випадку пошук має бути продовжено без гарантії знаходження справжнього або принаймні близького до нього закону. В той же час існує підхід до побудови універсальних сімей розподілів, зокрема, апроксимація на основі сімей розподілів Пірсона, який (підхід) вважається таким, що охоплює широкий клас законів розподілу, не близьких до нормального. Останнє говорить про певну варіативність і гнучкість при вирішенні задачі апроксимації, що за умов підтвердження та обґрунтування можливості використання бета-розподілу дозволяє при проведенні досліджень користатися запропонованим в роботі математичним апаратом щодо визначення параметрів вказаного розподілу.

**Метою дослідження** є обґрунтування застосування бета-розподілу для апроксимації закону розподілу емпіричних даних у порівнянні з іншими видами законів розподілу взагалі на прикладі геометричних характеристик тіл кочення підшипників.

**Задачами** побудови емпіричного закону розподілу ймовірностей (і одночасно етапами відповідного **алгоритму** даного дослідження), є наступні:

1. Побудова емпіричного закону розподілу ймовірностей за прийнятої гіпотези про його нормальний характер, що включає у себе:

1. визначення основних закономірностей процесу генерування випадкових чисел, як невід'ємної складової об'єкту дослідження;

2. визначення характеристик інтервалу зміни досліджуваної величини: меж і розмаху інтервалу, кількості інтервалів розбиття;

3. визначення вибіркових оцінок математичного очікування, середньоквадратичного очікування, початкових та центральних моментів необхідного порядку, коефіцієнтів асиметрії та ексцесу;

4. визначення дійсних (теоретичних) розподілів діаметрів шариків підшипника та полярного моменту опору їх головного перерізу.

2. Використання бета розподілу при апроксимації емпіричних даних, що включає у себе:

2.1. описання системи кривих Пірсона;

2.2. визначення параметрів бета-розподілу для об'єкту дослідження.

3. Порівняння результатів пп. 1 і 2.

Для обраного об'єкту дослідження, як зразка найпростішого тривимірного тіла – кулі, яке повністю описується лише одним параметром – радіусом $r_к$, характерні наступні геометричні характеристики, що використовуються, наприклад, у перевірочних розрахунках на міцність та жорсткість, або динаміки його руху:

1) діаметр головного поперекового перерізу кулі $d_к = 2 \cdot r_к$, мм;

2) периметр головного поперекового перерізу кулі $l_к = \pi \cdot d_к$, мм;

3) радіуси інерції головного поперекового перерізу кулі $i_x = i_y = d_к/4$, мм;

4) площа головного поперекового перерізу кулі $S_{dк} = \pi \cdot d_к^2/4$, мм$^2$;

5) площа поверхні кулі $S_к = \pi \cdot d_к^2$, мм$^2$;

6) об'єм кулі $V_к = \pi \cdot d_к^3/6$, мм$^3$;

7) полярний момент опору головного поперекового перерізу кулі $W_p = \pi \cdot d_0^3/16$, мм$^3$;

8) осьові моменти опру головного поперекового перерізу кулі $W_x = W_y = \pi \cdot d_0^3/32$, мм$^3$;

9) статичний момент головного поперекового перерізу півкулі $S_x = d_0^3/12$, мм$^3$;

10) полярний момент інерції головного перерізу кулі $J_p = \pi \cdot d_к^4/32$, мм$^4$;

11) осьові моменти інерції головного перерізу кулі $J_x = J_y = \pi \cdot d_к^4/64$, мм$^4$.

Основною проблемою при описі розподілу значень геометричних характеристик такого роду об'єктів є те, що навіть за підтвердження гіпотези про нормальність розподілу основного геометричного параметру (у даному випадку – діаметру головного поперекового перерізу кулі), інші геометричні характеристики таких об'єктів, що використовуються для перевірочних розрахунках на міцність та жорсткість, або динаміки його руху, являють собою залежності n-го ступеня від згаданого основного. При $n > 1$ і $n < 1$, тобто за нелінійності цих залежностей, нормальність їх розподілу порушується, а сам розподіл набуває асиметрії, тим більшої, чим більше n відрізняється від одиниці. При цьому постає питання, за допомогою якого закону має описуватись розподіл таких величин з поміж відомих, яких налічують понад сто. Причому, для кожного n має застосовуватись свій закон, відмінний від законів для інших значень n.

У зв'язку з вищенаведеними міркуваннями, застосування для опису розподілу експериментальних даних (як для прямих, так і для непрямих вимірювань) бета-розподілу, що побудований на застосуванні сімейства кривих Пірсона та вирізняється широкою універсальністю і може описувати розподіли, не близькі до нормального, однак недостатньо вивчений, можна вважати раціональним і таким, що вирізняється науковою новизною і практичним значенням.

**ВИСНОВКИ**

Таким чином, в роботі розглянута задача апроксимації емпіричних даних, які представлені у вигляді вибірки та на їхній основі побудованій гістограми, за допомогою різного типу законів розподілу. У ролі емпіричних даних можуть виступати похибки вимірювання або будь-які інші дані. Показано, що використання для апроксимації нормального розподілу не завжди є прийнятним через можливі відмінності через асиметрію та гостру або сплощену вершину емпіричного розподілу. За цих умов для апроксимації можливо використання типових розподілів, але це призводить до перебирання без гарантії знаходження справжнього або принаймні близького до нього закону. У подальших частинах дослідження буде застосовано існуючий підхід на основі сімей розподілів Пірсона, який охоплює широкий клас законів розподілу, не близьких до нормального, може стати універсальним, але потребує поглибленного дослідження. Також будуть наведені результати чисельних досліджень для вибірок різного обсягу з різними середньоквадратичними відхиленнями змінної, для демонстрації можливість використання запропонованого підходу та розробленого на його основі математичного апарату для вирішення задачі апроксимації емпіричних даних.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. **Вамболь С.О.** Апроксимація закону розподілу експериментальних даних за допомогою бета-розподілу. Частина 1 / С.О. Вамболь, І.В. Міщенко, О.М. Кондратенко, О.А. Бурменко // Вісник НТУ «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – №18 (1127). – С. 36–44.

УДК 629.533

# ОБЗОР МАЛЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ ПРИБРЕЖНОГО РАЙОНА ПЛАВАНИЯ

**Авторы:** Слободян С.О., Морозов А.А.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Данный обзор сделан в рамках диссертационной работы «Выбор и обоснование главных элементов водного такси для Восточного побережья Крыма», тема которой утверждена в 2013 году.

К малым пассажирским судам прибрежного района плавания относятся суда длиной до 24 м и пассажировместимостью более 12 человек.

Можно выделить несколько групп данного класса судов, которые различаются по следующим признакам:

− режим движения (водоизмещающий, переходной и режим глиссирования);

− тип обводов (однокорпусные, многокорпусные);

− форма шпангоутов (круглоскулые, остроскулые);

− тип двигателя и движителя.

В обзоре приведены данные по некоторым типам малых пассажирских судов прибрежного района плавания, постройки 50−70−х годов XX века и начала 2000−х годов XXI века.

Все суда, представленные в Таблице1 и Таблице 2, условно, можно разделить на 3 группы:

1. Водоизмещающие суда (суда №1− №12);
2. Глиссирующие суда (№13,14);
3. Глиссирующие катамараны(№15-№20)

Суда первой группы представляют собой стальные водоизмещающие однопалубные круглоскулые пассажирские теплоходы для перевозок в акваториях портов и прибрежных морских районах. В качестве главного двигателя используется дизель. Движителем является гребной винт.

Ко второй группе относятся стеклопластиковые глиссирующие беспалубные остроскулые пассажирские суда. Двигателем является подвесной мотор, движителем – гребной винт.

Третья группа – это стеклопластиковые глиссирующие остроскулые пассажирские катамараны. Главный двигатель – два дизеля, движитель – гребной винт.

Необходимо отметить, что катамараны обладают более высокой материалоёмкостью корпуса, чем однокорпусные суда (в среднем 1,5 раза). Строительная стоимость катамарана также выше, чем у однокорпусного судна.

Ниже представлены сравнительные данные по основным элементам судов (табл. 1) и характеристикам двигателей (табл. 2).

Рассматривая представленные данные. можно отметить следующее:

− соотношения *L*/*B* у судов первой группы находятся в пределах от 3,43 до 5,93 и являются большими, что связано с ходкостью и необходимостью обеспечить заданную скорость, при малой мощности ГД установленных на указанных судах и, как следствие, малой энерговооружённостью этих судов;

− у судов второй группы соотношение L/B не достигает и 3 (2,99 и 2,85 соответственно). Увеличение ширины судна даёт возможность разместить большое число пассажиров. Благодаря большой энерговооружённости данные суда глиссирующие;

− L/Bк у катамаранов третей группы находится в пределах 5,8−7,4, что даёт возможность снизить волновое сопротивление, однако, при этом увеличивается сопротивление трения и сопротивление формы, поскольку увеличивается осадка. Эти суда обладают большой энерговооружённостью и поэтому относятся к глиссирующим, отличаются повышенным расходом топлива даже по сравнению с судами второй группы. Необходимо отметить, что для выхода на режим глиссирование им нужна более высокая мощность ГД, чем однокорпусным судам. Неоспоримым преимуществом таких катамаранов является значительно большая (избыточная), чем у однокорпусных судов статическая остойчивость.

**ВЫВОДЫ:**

1. Характеристики первой группы судов могут быть улучшены за счёт применения новых материалов для их постройки, новых главных двигателей, эксплуатационно−технические характеристики которых выше, чем у заложенных изначально по проекту ГД.

2. Анализ представленных данных показал высокий удельный расход топлива подвесных моторов, в связи с чем, применять их целесообразно лишь на моторных лодках небольших размерений.

3. Снижение веса корпуса судна за счёт оптимизации его конструкций, в сочетании с правильным выбором обводов корпуса и главных размерений, позволит уменьшить мощность двигателя, уменьшить расход топлива, а также снизить строительную стоимость судна.

4. Дл расчета главных элементов новых проектов судов отпадает необходимость использования имеющихся данных судов-прототипов. Данные по ним целесообразно использовать лишь в компоновочных решениях и на уровне выявления положительных или отрицательных сторон проекта.

Таблица 1 – Основные элементы судов

| № | Проект | Lрасч (пп), м | Впб, м | H, м | d (T), м | n, чел | n, экип | ω, узл | D, т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | катер спас. бортовой | 10,3 | 3 | 1,5 | 0,82 | 20 | 2 | 9,4 | 7 |
| 2 | катер пр. Р13 | 18 | 4,3 | 1,58 | 0,65 | 100 | 2 | 7,5 | 20,7 |
| 3 | катер Алмаз | 21,9 | 5,26 | 2,8 | 1,84 | 123 | 8 | 10 | 103,6 |
| 4 | катер Ласточка | 12,9 | 3,4 | 1,3 | 0,72 | 55 | 2 | 7,6 | 15,8 |
| 5 | катер типа ГСВ-114 | 13,5 | 3,9 | 1,25 | 0,5 | 45 | 2 | 7 | 11,36 |
| 6 | катер пр 485м3 ( Радуга) | 23,3 | 4,5 | 2,25 | 1,5 | 130 | 4 | 12,2 | 52,6 |
| 7 | катер пр Пригородный | 19,4 | 4,48 | 1,7 | 1 | 100 | 4 | 7,2 | 42 |
| 8 | катер пр 792 А | 18 | 4,5 | 1,3 | 0,67 | 100 | 2 | 8,1 | 19,8 |
| 9 | катер пр 930 | 23 | 3,88 | 1,3 | 0,58 | 65 | 2 | 11,35 | 25,2 |
| 10 | катер пр 485 (Аркадия) | 21 | 4,5 | 2,1 | 1,57 | 90 | 5 | 10,2 | 54,3 |
| 11 | катер пр 371 | 11,76 | 3,06 | 1 | 0,63 | 12 | 2 | 13 | 9,83 |
| 12 | катер пр 839А | 28 | 5,21 | 2,4 | 1,24 | 138 | 3 | 10,8 | 76,2 |
| 13 | катер Quer 27 | 7,48 | 2,5 | 1,65 | 0,5 | 12 | 1 | 40 | 1,5 |
| 14 | катер Quer SEABUS 35 | 9,98 | 3,5 | 1,8 | 0,65 | 25 | 2 | 35 | 3,5 |
| 15 | катамаран «СКАТ 1010» | 11 | 3,5 | 2 | 0,47 | 28 | 2 | 35 | 8,5 |
| 16 | катамаран Austhai 1100 | 9,23 | 3,31 | 2,15 | 0,75 | 32 | 2 | 32 | 7,9 |
| 17 | катамаран Austhai 1200 | 11,02 | 5,53 | 2,55 | 0,7 | 50 | 2 | 29 | 14 |
| 18 | катамаран Austhai 1500 | 14,2 | 5,54 | 2,51 | 1,15 | 65 | 3 | 25 | 17 |
| 19 | катамаран Austhai 1600 | 14,81 | 6,09 | 2,36 | 1,12 | 70 | 3 | 31 | 16,8 |
| 20 | катамаран ASV1100 | 10,2 | 4,05 | 2,06 | 1,11 | 36 | 2 | 35 | 12,5 |

**Таблица 2** – Характеристики двигателей

| № | Проект | Тип ГД | Мощность ГД кВт (л.с.) | Удельный расход топлива, г/кВт•час | Габариты LxBxH, мм | Вес ГД, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | катер спас. бортовой | дизель 6ЧСП 9,5/11-3 ( 2 шт) | 2x44 (60) | 300 | 1630x585x930 | 480 |
| 2 | катер пр. Р13 | дизель 6ЧСП 12/14 | 66,2(90) | 256 | 2132x787x1104 | 1350 |
| 3 | катер Алмаз | дизель 3Д12 | 220,6(300) | 257 | 2464x1052x1210 | 2135 |
| 4 | катер Ласточка | дизель 6ЧСП 9,5/11 | 44 (60) | 300 | 1630x585x930 | 480 |
| 5 | катер типа ГСВ | бензиновый М51-УМ(ГАЗ-51) | 45(62) | 360 | 794x870x875 | 255 |
| 6 | катер пр 485м3 ( Радуга) | дизель 3Д12 | 220,6(300) | 257 | 2464x1052x1210 | 2135 |
| 7 | катер пр Приго-родный | дизель 6ЧСП 9,5/11 | 44 (60) | 300 | 1630x585x930 | 480 |
| 8 | катер пр 792 А | ДТ-54/СМД-14Б | 61,1 (83,2) | 248 | 1060x589x1108 | 700 |
| 9 | катер пр 930 | дизель 3Д6 | 110(150) | 252 | 2464x886x1163 | 1715 |
| 10 | катер пр 485 (Аркадия) | дизель 3Д6С | 110(150) | 252 | 2464x886x1164 | 1715 |
| 11 | катер пр 371 | дизель 3Д6 | 110(150) | 252 | 2464x886x1165 | 1715 |
| 12 | катер пр 839А | дизель 3Д6 | 110(150) | 252 | 2464x886x1166 | 1715 |
| 13 | катер Quer 27 | ПМ Suzuki DF 250 | 165(225) | 371 | – | 268 |
| 14 | катер Quer SEABUS 35 | ПМ Suzuki DF 300 | 228(310) | 292 | – | 280 |
| 15 | катамаран - ВТ «СКАТ 1010» | дизель STEYR MO286H43 | 2x206(280) | 2x215 | 1070x685x752 | 332 |
| 16 | катамаран Austhai 1100 Ferrycat | дизель VP D4-300 | 2x220,6(300) | 2x228 | 965x800x780 | 483 |
| 17 | катамаран Austhai 1200 WSI | дизель VP D4-300 | 2x220,6(300) | 2x228 | 965x800x780 | 483 |
| 18 | катамаран Austhai 1500 WSI | дизель VP D6-370 | 2x275 (370) | 2x237 | 1020x761x720 | 580 |
| 19 | катамаран Austhai 1600 WSI | дизель VP D6-370 | 2x367,6(500) | 2x222 | 1565x887x1007 | 1075 |
| 20 | катамаран ASV1100 | дизель VP D6-370 | 2x275(370) | 2x237 | 1020x761x720 | 580 |

**Литература:**

1. **Новак Г. М.** Справочник по катерам, лодкам и моторам. — Судостроение, 1982. — 352с., ил.
2. **Мордвинов Б.Г.** Справочник по малотоннажному судостроению.− Судостроение,1987.− 576 с., ил.
3. **Романенко Л.Л., Щербаков Л.С.** Моторная лодка.-Судостроение, 1971.− 448 с.

УДК 629.553

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ МАСС И ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ СУДНА ПРИ ПОМОЩИ 3D САПР SOLID WORKS

**Автор:** Морозов К.А.,
*Национальный университет кораблестроения г. Николаев*

Как показала практика судостроительных расчетов было выявлено ряд проблем. Одной из них является вопрос весовой о точности весовой нагрузки судна. Весовая нагрузка принадлежит к числу важных спецификационных характеристик, определяющий целый ряд проектных и эксплуатационных показателей судна.

Водоизмещение, положение центра тяжести, распределение постоянных и переменных грузов по судну являются исходными данными для расчета остойчивости, непотопляемости, качки, общей прочности, экономической эффективности и т.д. Поэтому, естественно, к точности расчетов весовой нагрузки предъявляют высокие требования.

Наибольшую сложность на всех этапах проектирования представляет определение водоизмещения и положения центра тяжести судна порожнем.

Составление этой части весовой нагрузки сопряжено с большим объемом вычислений ввиду множества элементов (конструкций), составляющих судно. В соответствии с принятыми этапами проектирования (эскизный, технический и рабочие проекты) сложились и различные методы расчетов весовой нагрузки.

Рассмотрим один из способов, когда на этапе эскизного проектирования весовая нагрузка рассчитывается по прототипу на основе зависимостей, которые подчинены веса отдельных ее разделов или конструкций.

Точность расчетов на этой стадии проектирования в значительной мере зависит от навыков проектировщика и наличия близкого прототипа.

В техническом проекте, когда подавляющая часть технических решений воплощена в разработанных схемах, чертежах, описаниях, а конструкции и изделия «привязаны» к общему расположению, наряду с методами, применяемыми в стадии эскизного проектирования, практикуется и более детальный подход к расчетам весовой нагрузки с учетом назначенных толщин, выбранной системы набора корпуса, типов и состава механизмов, устройств, оборудования, изоляции и т.д.

И, наконец, детальные расчеты весовой нагрузки производятся в стадии рабочего проектирования. Именно в этой стадии имеет место наибольшая трудоемкость расчетов весовой нагрузки. Она может насчитывать в среднем до 1500 рабочих чертежей, содержащих данные по нагрузке (веса и координаты). При этом очень часто весовые данные к одному чертежу подразделяются по статьям нагрузки и число последних в одном чертеже может доходить до несколько десятков. Таким образом, каждому рабочему чертежу сопутствуют детальные и громоздкие расчеты. [1]

Как видно, что на стадии рабочего проектирования самая большая трудоемкость, большие затраты по времени так и сложность выполнения данных работ.

Использование в проектировании 3D САПР (Solid Works), позволит в разы сократить громоздкие расчеты и выпуск конструкторской документации. Для примера проведем расчет нагрузки масс и центра тяжести пассажирского судна с аутригерами длинной 130 м; шириной 30 м; осадкой 3м. Модель выполнена в Solid Works рис.1, рис. 2

После изготовления модели, задается материал, основное требование при расчете нагрузки масс и центра тяжести (сплав алюминия плотность 2.73 кг/м$^3$. Затем при помощи специальной команды производиться сам расчет. Вот что итоге выходит:

Масса = 58856051.05 кг

Объем = 21798.54 м$^3$

Центр тяжести: X = 39.33 м; Y = -0.01 м; Z = 10.99м

Главные оси инерции и главные моменты инерции: (кг/м$^2$) центр тяжести

Ix = (1.00, 0.00, -0.07) Px = 5691236346.17

Iy = (-0.00, 1.00, -0.01) Py = 46545051201.37

Iz = (0.07, 0.01, 1.00) Pz = 46756494098.41

У модели можно варьировать материал (сплав алюминия, сталь или стеклопластик) длину, ширину и положение аутригеров.

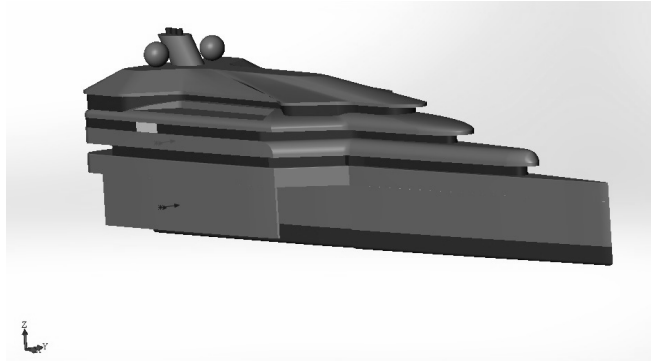


**Рис. 1.** 3D модель пассажирского судна с аутригерами

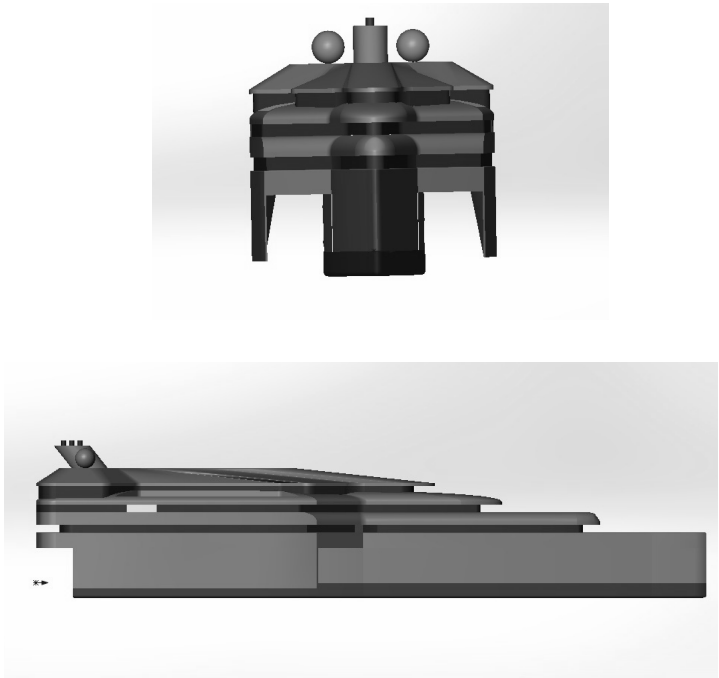


**Рис. 2.** Общий вид

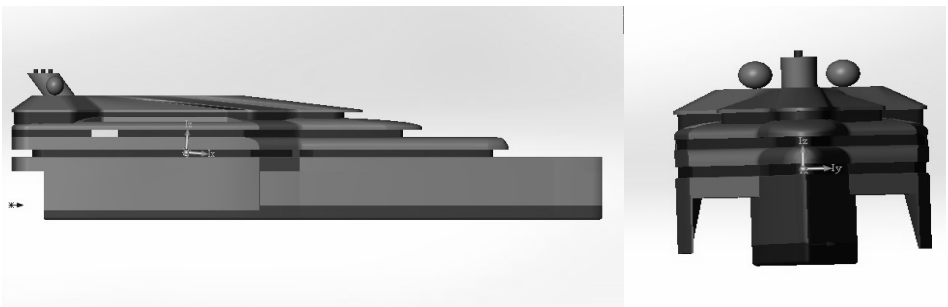


**Рис. 3.** Положение центра тяжести

[1] **Шостак В. П.** К вопросу о разработке норм точности и расчетов весовой нагрузки судов на основе теории ошибок. Труды НКИ имени адмирала С.О. Макарова вып. 44, 1971. – 110 с

УДК 629.5.01

# АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ТИПОВ СКОРОСТНЫХ КАТЕРОВ БЕРЕГОВОЙ ОХРАНЫ

**Авторы:** Петрова А.С., Саустиян Я.П.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Целью работы является анализ преимуществ и недостатков архитектурно-конструктивных типов скоростных патрульных катеров.

Как известно, в настоящее время в мире насчитывается немало «горячих точек», где в прибрежных районах угроза нападения со стороны противника с привлечением минимальных сил и средств очень высока.

Так в США в 2002 году в ВМС было представлено для анализа характеристик 4 архитектурно-конструктивных типа судов береговой охраны: корабль на воздушной подушке скегового типа, однокорпусное судно с обводами типа «глубокое V», тримаран с аутригерами и полупогруженный катамаран с малой площадью ватерлинии.

Корабль на воздушной подушке скегового типа - тип судна с динамическим принципом поддержания, которое может двигаться с большой скоростью над водой, на так называемой воздушной подушке, образованной нагнетаемым под днище воздухом. Подушку по бортам ограждают погруженными в воду жёсткими стенками или узкими корпусами — скегами. Такие суда называют судами скегового типа.

Отличительной особенностью такого корабля является форма корпуса полуглиссирующего типа, или «морской клинок» (sea blade). Подобную форму корпуса имеет быстроходный паром MDV-3000 «Jupiter», постройки итальянской компании «Finkantieri».

Однокорпусное судно с обводами типа «глубокое V» - это тип обводов глиссирующего корпуса с повышенной килеватостью днища (более 20°) от миделя до транца и продольными реданами. Такие обводы обеспечивают комфортабельный ход на волнении с минимальной потерей скорости. Кроме того, данный тип обводов позволяет использовать всю мощность двигателей, устанавливаемых на легких мотолодках и катерах, без потери устойчивости движения или опасности разрушения корпусных конструкций. Благодаря почти одинаковыми поперечным профилям днища в носу и корме катера с обводами «глубокое V» отличаются хорошей устойчивостью при плавании с попутной волной, малым дрейфом на циркуляции и плавностью качки.

Сравнительно недавно фирма «Damen Shipyards» разработала разновидность «волнопронзающих» однокорпусников – судов с носовой частью «Axe Bow», которая, снижает перегрузки при ходе на волнении до 50% при незначительном снижении гидродинамического качества на скоростях более 35 уз. Среди явных преимуществ данной формы носовой части – повышение мореходности, уменьшение килевой качки судна, снижение слемминга, снижение нагрузок на корпусные конструкции от ударов о волны, повышение скорости и экономия при расходе топлива, составляющая 18 процентов.

Тримаран с аутригерами – судно с тремя соединёнными в верхней части параллельными корпусами и содержит по меньшей мере два аутригера с возможностью регулирования по высоте. В положении под основным корпусом непосредственно аутригеры прилегают друг к другу и составляют единый жёсткий корпус. Аутригеры поворотно установлены на основном корпусе и с возможностью поворота независимо друг от друга.

Более высокая скорость, по сравнению с однокорпусными судами, является преимуществом в безопасности, так как дает возможность уйти быстрее из опасной зоны в случае необходимости.

Применение аутригеров на скоростных катерах решает проблему остойчивости. Такие катера имеют высокую мореходность и приемлемый расход топлива при больших скоростях. Минус аутригерной схемы - компоновочные проблемы: основной корпус недостаточно широк, мост между корпусами, по сравнению с классическими катамаранами и тримаранами, не так развит по длине судна, т. е. не хватает площади палубы.

Полупогруженный катамаран с малой площадью ватерлинии - судно, состоящее из двух корпусов, соединенных между собой палубным или ферменным мостом, имеющее расположенную над водой платформу, которая стоит на двух понтонах на нескольких опорах и образуют минимальную площадь сечения по ватерлинии.

Суда с СМПВ характеризуются высокой мореходностью, низким сопротивлением движению, большими площадями палуб для размещения пассажиров и оборудования. Однако сложность конструкции такого судна вызывает, как следствие, высокую их стоимость. Осложняется и эксплуатация СМПВ на акваториях с ограничением по осадке. Так, у СМПВ осадка может быть в 2–3 раза больше, чем у классического однокорпусника.

Достоинством катамаранов, по сравнению с однокорпусными и аутриггерными судами, является возможность их аэродинамической разгрузки на больших скоростях. К сожалению, подобный эффект математически пока недостаточно исследован.

**Вывод**

Более половины крупных скоростных судов сегодня – катамараны, однако классические глиссирующие однокорпусники не сдают позиций. Это объясняется, прежде всего, пониженной стоимостью таких судов. Важная характеристика любого судна – способность обеспечить безопасную перевозку экипажа. Сравнение по этому показателю трех эквивалентных по грузоподъемности и скорости судов – однокорпусного, катамарана и тримарана – показывает, что каждая из форм обводов имеет свои плюсы и минусы с точки зрения мореходности. Однокорпусное судно испытывает наибольшие перегрузки при ходе на волнении в диапазоне кормовых курсовых углов 30–70°, где тримараны и катамараны практически не снижают скорости хода. Катамараны при встречном и боковом волнении уже испытывают значительную бортовую качку, в то время как однокорпусное судно сохраняет режим умеренных перегрузок. Это происходит по причине избыточной поперечной остойчивости широких катамаранов и тримаранов. Эксперты от-

мечают важный шаг в развитии многокорпусных судов – появление в 1984 г. «волнопронзающих» катамаранов, мост которых выполняется не плоским, а фактически третьим корпусом, висящим над поверхностью воды, что позволяет значительно снизить ударные перегрузки при ходе на волнении.

**Список использованной литературы**

1. **Рюмин, С.** Обводы быстроходных катеров: история и перспективы [Текст] /С. Рюмин // Катера и яхты. – 2008. – № 4 (214) – С. 72–75.

2. Многокорпусные суда [Текст] / Под ред. В. А. Дубровского. – Л.: Судостроение, 1978. – 304 с.

УДК 629.5.022.22

# ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ КОНЦЕПЦИИ РАКЕТНО- АРТИЛЛЕРИЙСКИХ КАТЕРОВ БЕРЕГОВОЙ ОБОРОНЫ ДЛЯ ВМСУ

**Автор:** Соломенцев О.И.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Для эффективного отпора агрессивным действиям российско-террористических войск в Донбассе оказывается необходимым обеспечение действий ВСУ с моря. По мнению автора, приоритетными здесь являются следующие задачи:

– противодесантная оборона побережья;

– поддержка приморского фланга сухопутных войск, которая включает:

– непосредственную огневую поддержку;

– сбор разведывательной информации;

– высадку на берег и приём на борт украинских диверсионно-разведывательных групп;

Для выполнения этих задач ВМСУ располагают на Азовском море патрульными катерами бывшего Керченского морского пограничного отряда, которые в марте 2014 г., во время оккупации Крыма, успели перейти в Мариуполь. Однако патрульные катера, предназначенные для выполнения полицейских целей, не обладают достаточной защитой и живучестью, а их огневая мощь также не всегда оказывается достаточной. Вынужденное их использование в боях с российско-террористическими войсками дважды приводило к трагическим последствиям. Так, 31 мая 2014 г. один из украинских патрульных катеров был потоплен после двух попаданий противотанковых управляемых реактивных снарядов, были потери среди личного состава. А 7 июня 2015 г. личный состав другого украинского патрульного катера попытался принять на борт неизвестный предмет, плававший на воде. От последовавшего взрыва катер затонул, а среди личного состава также были потери.

Введение в строй в 2016 г. двух катеров пр. 58155 «Гюрза-М», которые строятся сейчас на заводе «Ленинская кузница» в Киеве, не сможет принципиально изменить ситуацию, поскольку эти катера также патрульные. Тем более ничего не изменит форсированное введение в строй головного корвета пр. 58250 «Володимир Великий», который строится сейчас на Черноморском судостроительном заводе в Николаеве: у этого корабля совсем иные задачи по сравнению с задачами, перечисленными выше.

Исходя из сказанного, для эффективного выполнения стоящих перед ВСУ задач предлагается разработка оперативно-тактического задания (ОТЗ) и формулирование общих технических требований (ОТТ) для ракетно-артиллерийских катеров береговой обороны, [1,2]. Предлагается разработать ОТЗ на линейку таких кораблей в составе 5-6 вариантов с водоизмещением от 50-60 т до 300-400 т. Выбор варианта для реализации остаётся за высшим политическим руководством Украины.

Ракетно-артиллерийский катер береговой обороны должен иметь в качественном отношении следующий примерный состав вооружения:

-76 мм или 100 мм артиллерийская установка с системами управления;

- боевые модули БМ-5М01 «Катран-М» в составе 30 мм орудия 3ТМ1, автоматического 30 мм гранатомёта, 7,62 мм пулемёта КТ и двух противотанковых реактивных снарядов «Барьер» с лазерной системой наведения, по аналогии с патрульными катерами пр. 58155;
- системы залпового огня «Град» или «Ураган» с системами управления с возможностью их замены на противокорабельные крылатые ракеты;
- ангар для беспилотных летательных аппаратов и соответствующая система управления;
- одна-две жёсткие надувные лодки для высадки и приёма на борт диверсионно-разведывательных групп;
- переносные зенитно-ракетные комплексы;
- катера должны быть приспособлены для выполнения минных постановок.

Оптимальный количественный состав вооружения для каждого варианта устанавливается путём математического моделирования. Здесь возможно использование применяемой в США для этих целей т.н. залповой модели (Salvo Model) в том её варианте, который отвечает борьбе с берегом, [10]

Максимальное внимание должно уделяться обеспечению защиты и живучести таких катеров, несмотря на их небольшое водоизмещение. Приоритетной является защита от противотанковых и лёгких противокорабельных ракет, головки самонаведения которых функционируют в инфракрасном или в миллиметровом диапазонах длин электромагнитных волн. Из-за небольших абсолютных размеров кораблей будет небходим учёт качки на эффективную поверхность рассеивания, [4], а также применение специальных покрытий, [3]. При расчёте живучести должно быть учтено осколочное действие взрыва, [12], а также должно быть сделано всё возможное для избежания распространения пожара по кораблю, [6].

Оптимальное значение скорости должно быть результатом соответствующего оперативно-тактического обоснования, предварительное ориентировочное её значение-23-25 узлов. Дальность плавания может быть весьма небольшой, и за счёт этого при ограниченном водоизмещении можно будет улучшить боевые и защитные свойства проектируемого катера.

В процессе проектирования в соответствии с принятой в США современной методикой проектирования боевых кораблей будет применяться многокритериальная оптимизация и будут определяться интегральный показатель эффективности (Overall Measure of Efficiency – OMOE), [7], и интегральный показатель риска при создании корабля и в процессе его эксплуатации (Overall Measure of Risk - OMOR), [8]. Возможно также применение новой парадигмы проектирования, известной в США как Set Based Design, [9,11]. Для корректного решения уравнения объёмов с учётом фактической конфигурации вооружения и технических средств будут применяться прорисовки с использованием 3D моделей, [5]

Вывод. Для эффективного отпора агрессивным действиям российско-террористических войск на Донбассе оказывается целесообразным создание для Азовского моря специальных ракетно-артиллерийских катеров береговой обороны. Первым этапом этой работы должно быть формирование оперативно-тактического задания (ОТЗ) и формулирование общих технических требований (ОТТ) для ряда вариантов (линейки) таких катеров в ориентировочном диапазоне водоизмещений от 50-60 до 300-400 т.

**Литература.**

1. Васюков, В.Л. Роль оперативно - тактических заданий в развитии кораблей ВМФ [Текст] / В.Л. Васюков С.К. Свирин // Военная мысль, 2007.-№7.-С. 24-32. 2. Гриб, Д.А. Методологічний підхід до формування технічного обрису перспективних зразків озброєння та військової техніки [Текст] / Д.А. Гриб, В.О. Демидов, М.В. Науменко // Наука і оборона, 2009. - №4.-с. 30-34. 3. Жиляев, А.В. Технологии снижения заметности военных кораблей [Текст] / А.В. Жиляев // Морской сборник, 2015.- № 3.- с. 59-64. 4.Соломенцев, О.И. О влиянии бортовой качки на эффективную поверхность рассеяния корабля [Текст] / О.И. Соломенцев, Нгуен Доан Кыонг // Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2013. - № 3. 5. Соломенцев, О.И. Концепция фрегата с аутриггерами [Текст] / О.И. Соломенцев, Фам Куанг Шон // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю “Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд”. - Миколаїв: НУК, 2013.-с. 132-136. 6.Соломенцев О.И. Применение марковского процесса гибели и размножения для анализа распространения пожара по кораблю [Текст] / О.И. Соломенцев, Б.К. Нгуен // См. тезисы доклада в настоящем сборнике, с. 7. .Brown, A.J. Multiple-Objective Optimization in Naval Ships Design [Text] / A.J. Brown, J. Salcedo // Naval Engineers Journal, 2003. - Vol. 115. -№4.-p. 49-61. 8. .Brown, A.J. Risk Metric for Multi-Objective Design of Naval Ships [Text] / A.J. Brown, T.S. Mierwicki // Naval Engineers Journal,

2004. - Vol. 116. -№ 2.-p. 55-71. 9. Hannapel, S.E. Including Principles of Set-Based Design in Multidisciplinary Design Optimization [Text] /S.E. Hannapel, N. Vlachopoulos, D.J. Singer // 12th AIAA Aviation Technology, Integration and Operations (ATIO) Conference.- Indianapolis, 2012.- 13 p.. 10.Mahan, C.M. A Littoral Combat Model for Land-Sea Missile Engagements [Text] / C.M. Mahan // Master of Science Thesis. - Naval Postgraduate School. - Monterey, 2007. - 104 p. 11. Singer, D.J. What is Set-Based Design? [Text] / D.J. Singer, N.H. Doerry, M.E. Buckley // Naval Engineers Journal, 2009. - Vol. 121.- № 4.- p. 33-41. 12. Yue Hou. A Simulation System of Ship Vulnerability to Fragment Damage [Text] // Yue Hou, Kangbo Wang, Tao Jin // Journal of Information & Computational Science, 2014.- August.- 11 p.

УДК 629.12.011.001.24

# СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЁТНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОПРОКИДЫВАНИЯ СУДНА

**Автор:** Соломенцев О.И.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Темой доклада является научная дискуссия с некоторыми положениями теории динамической остойчивости судна на нерегулярном волнении, которая была развита в ряде работ В.А. Некрасова, [1,4,5].

Так, пусть $\overline{u}_B$ — средняя скорость ветра, $h_3$ — высота волны 3%-обеспеченности, $\tau_c$ — средний период волнения, а $q_1(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ есть долгосрочная плотность вероятности величин $\overline{u}_B$, $h_3$ и $\tau_c$.

В исследованиях В.А.Некрасова [1,4,5] получено для стационарного волнового режима при отсутствии ветра энергетическое условие остойчивости вида, [1]

$$\Pi \geq \overline{K}.$$

Здесь $\Pi$ — величина полного запаса потенциальной энергии качающегося судна (измеренная в масштабе моментов максимальная ордината диаграммы динамической остойчивости судна $\Pi_\Sigma$), редуцированная на величину неслучайной на стационарном ветроволновом режиме работы статически приложенного давления ветра $A = A(\overline{u}_B)$, так что $\Pi(\overline{u}_B) = \Pi_\Sigma - A(\overline{u}_B)$, $\overline{K} = \overline{K}(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ средняя кинетическая энергия совершающего бортовые колебания корабля. При этом величина $6\overline{K} = K_{\max}$ имеет смысл максимальной кинетической энергии, [1].

Рассмотрим сначала простейший случай - пусть ветер отсутствует, а средний период $\tau_c$ однозначно связан с высотой волны 3%-обеспеченности $h_3$. В этом случае, по В.А. Некрасову, существует определяемая условием $\Pi = \Pi_\Sigma = 6\overline{K}(h_3^*)$ величина высоты волны 3%-обеспеченности $h_3^*$ такая, что при $h_3 < h_3^*$ судно гарантированно не опрокинется, а при $h_3 > h_3^*$ - гарантированно опрокинется. Из этих соотношений после простых преобразований

следует, что, если амплитуда бортовой качки судна 5%-процентной обеспеченности достигнет угла заката, то судно с единичной вероятностью опрокинется под действием одного только волнения, [4]. А вероятность опрокидывания судна на стационарном волновом режиме как функция интенсивности волнения $P_O = P_O(h_3)$ вырождается по В.А. Некрасову в булеву переменную:

$$P_O(h_3) = 0,\ \Pi > 6\overline{K}(h_3);\ P_O = 1,\ \Pi \le 6\overline{K}(h_3),\ \textbf{или}$$

$$P_O(h_3) = 0,\ h_3 < h_3^*;\ P_O(h_3) = 1,\ h_3 > h_3^*.$$

Если дополнительно ввести величины $\overline{u}_B$ и $\tau_c$ и сформировать таким образом пространство характеристик ветроволнового режима $\overline{u}_{\dot{A}} - h_3 - \tau_c$, каждая точка которого отвечает тому или иному стационарному режиму, то в этом пространстве существует область $D_O$ такая, что на её границе удовлетворяется условие вида $\Pi(\overline{u}_B) = 6\overline{K}(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$. Тогда вероятность опрокидывания судна в течение срока службы по полновероятностной схеме $Q_{\text{O}}$ в условиях действия на судно устойчивого порывистого ветра и волнения в соответствии с энергетическим критерием определяется по В.А. Некрасову из соотношения [5]

$$Q_O = \int_{D_O}^{\infty}\int^{\infty}\int^{\infty} q_1(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)\, d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c. \qquad (1)$$

Однако возможность использования для данного случая соотношения (1), равно как и справедливость условия опрокидывания [1] вида $\Pi(\overline{u}_B) = 6\overline{K}(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ должны стать предметом научной дискуссии.

В докладе показано, что на реальном нерегулярном волнении, ординаты которого зависят от времени через интеграл Стилтьеса и подчинены нормальному закону распределения, вероятность $P_{\text{O}}$ при конечных численных значениях параметров ветроволнового режима $\overline{u}_B - h_3 - \tau_c$ является непрерывной функцией указанных параметров и принимает значения от 0 до 1, оставаясь при этом больше 0, но менее 1. Значение $P_{\text{O}} = 0$ отвечает нулевым, а значение $P_{\text{O}} = 1$ - бесконечно большим значениям параметров $\overline{u}_B - h_3 - \tau_c$. А это означает, что такой поверхности в пространстве $\overline{u}_B - h_3 - \tau_c$, которая отделяла бы значения $P_{\text{O}} = 0$ от значений $P_{\text{O}} = 1$, для реального нерегулярного волнения в рамках задачи об опрокидывании судна по энергетическому критерию не существует. Поэтому для расчёта вероятности опрокидывания судна в течение срока службы $Q_{\text{O}}$ необходимо сначала найти величину вероятности опрокидывания судна на стационарном ветроволновом режиме как функции $\overline{u}_B$, $h_3$ и $\tau_c$ - величину $P_{\text{O}} = P_O(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$. Для этой цели можно применить или энергетический подход, [6], либо подход, развитый В.Л. Беленьким, [7]

Далее, как и в задаче определения действующих на судно внешних волновых нагрузок по полновероятностной схеме, следует применить формулу полной вероятности вида

$$Q_O = \int_0^{\infty}\int^{\infty}\int^{\infty} P_O(\overline{u}_B, h_3, \tau_c) q(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)\, d\overline{u}_B dh_3 d\tau_c\,. \qquad (2)$$

Выполненный анализ показал также, что интенсивность опрокидываний судна (функция риска) также всегда будет положительной, конечной и непрерывной величиной во всём диапазоне изменения параметров стационарного ветроволнового режима. Этот вывод следует, в частности, из результатов экспериментального исследования [2]. А полученный работавшим под руководством В.А. Некрасова магистрантом О.В. Вережко в работе [3] альтернативный вывод является ошибочным.

**Вывод.** В докладе обосновывается вывод о том, что на нерегулярном волнении, ординаты которого зависят от времени через интеграл Стилтьеса и подчинены нормальному закону, вероятность опрокидывания является непрерывной функцией параметров стационарного ветроволнового режима и при изменении указанных параметров пробегает все значения от 0 до 1.

Тогда для определения полной вероятности опрокидывания следует применять соотношение (2), а не соотношение (1),

**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. **Ананьев, Д.М.** Экспериментальное подтверждение применимости экспоненциального закона к вероятности опрокидывания судна [Текст] / Д.М. Ананьев, С.В. Савчук // Научно-технический сборник Регистра СССР.- Л.: Транспорт, 1982.- Вып. 12.-с. 115-119. 3. **Вережко, О.В.** Нелокальная устойчивость бортовой качки судна при действии нерегулярного морского волнения [Текст] / О.В. Вережко // Збірник наукових праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2011. -№ 1.- с. 81-88. 4. **Некрасов, В.А.** Вероятностные задачи мореходности судов [Текст] / В.А. Некрасов. - Л.: Судостроение, 1978. - 304 с. 5. **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, 1985.-с.72-81. 6. **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. 7. **Belenky, V.L.** Probability of Capsizing in Beam Seas with Piecewise Linear Stochastic GZ Curve [Text] / V.L. Belenky, A.M. Reed, K.M. Weems// Contemporary Ideas of Ship Stability and Capsizing in Waves.- Fluid Mechanics and its Application.- Vol. 96.- Ecole Nationale d'Hydraulique de Grenoble.- Grenoble. – 2011.- p. 531-554

УДК 629.124.72

# БОРТОВАЯ КАЧКА ПОВРЕЖДЁННОГО СУДНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНЕГО ВОЗМУЩЕНИЯ, БЛИЗКОГО К БЕЛОМУ ШУМУ

**Авторы:** Соломенцев О.И., Кондратьева Л.Ю.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

В докладе рассмотрено определение дисперсии бортовой качки повреждённого судна для случая, когда действие волнения может приближённо рассматриваться как действие белого шума в узком смысле. Решение близкой по смыслу задачи для случая, когда судно находится под действием динамической (пульсационной) ветровой нагрузки, рассмотрено в докладе авторов [2]., Информация о ранее достигнутых результатах в части расчёта дисперсий ветровых и волновых бортовых колебаний неповреждённого судна под действием близкого к белому шуму возмущения, содержится в том же докладе.

При расчёте дисперсии бортовой качки повреждённого судна под действием возмущения, близкого к белому шуму, были приняты за основу те же допущения, что и в докладе [3]. С точностью до обозначений дифференциальные уравнения бортовой качки неповреждённого судна и повреждённого судна на регулярном волнении могут быть приняты одинаковыми, [1]. При этом влияние затопления учитывалось путём корректировки коэффициентов соответствующего уравнения по схемам работ [1,4]. Уравнение линейной по демпфированию бортовой качки на регулярном волнении с частотой $\omega$ принималось в виде:

$$\ddot{\theta} + 2\nu_{\theta a}\dot{\theta} + n_{\theta a2}^2\theta = \kappa_{\theta\Sigma a} n_{\theta a1}^2 \alpha_{B0}\sin(\omega t + \varepsilon_\theta);$$

$$\nu_{\theta a} = \frac{N_\theta}{J_{X\Sigma a}};\ \ n_{\theta a1} = \sqrt{\frac{Dh_{ав1}}{J_{X\Sigma a}}};\ \kappa_{\theta\Sigma a} = \kappa_a \frac{\sqrt{(Dh_{ав1} - \lambda_\theta\omega^2)^2 + 4N_\theta^2\omega^2}}{Dh_{ав1}},$$

где $\theta$, $\dot{\theta}$, $\ddot{\theta}$ - ординаты углов, угловых скоростей и угловых ускорений бортовых колебаний повреждённого корабля;

$\alpha_{B0}$ - амплитуда угла волнового склона;

$J_{X\Sigma\alpha}$ - суммарный (с учётом присоединённых масс) момент инерции массы при бортовой качке для повреждённого корабля, учитывающий движение воды в затопленном отсеке;

$\lambda_\theta$ - присоединенный момент инерции массы при бортовой качке для неповреждённого корабля;

$N_{\theta\alpha}$ - коэффициент линейного демпфирования, определённый с учётом повреждения;

$\kappa_\alpha$ - редукционный коэффициент к возмущающему моменту, принимаемый одинаковым для главной и дифракционной его частей;

$\kappa_{\theta\Sigma\alpha}$ - полный поправочный коэффициент к возмущающему моменту при бортовой качке повреждённого корабля;

$h_{ав1}$ - начальная поперечная метацентрическая высота повреждённого корабля, определённая в предположении, что вода в затопленном отсеке представляет собой твёрдый груз;

$h_{ав2}$ - начальная поперечная метацентрическая высота повреждённого корабля, определённая с учётом наличия свободной поверхности в затопленном отсеке совершающего бортовую качку корабля;

$n_{\theta a1}$ - частота собственных свободных колебаний корабля с «замёрзшей» водой в среднем отсеком второй или третьей категорий;.

$n_{\theta a2}$ - частота собственных свободных бортовых колебаний корабля с затопленным средним отсеком второй или третьей категорий.

$\varepsilon_\theta$ - фаза возмущающего момента по отношению к набегающему волнению;

$t$ - время.

Отвечающая этому уравнению передаточная функция бортовой качки $|\Phi_{\theta a}(\omega)|$ будет:

$$|\Phi_{\theta a}(\omega)| = \frac{\kappa_{\theta\Sigma a}(\omega) n_{\theta a1}^2 \omega^2}{g\sqrt{[n_{\theta a2}^2(\omega) - \omega^2]^2 + 4\nu_{\theta a}^2\omega^2}}.$$

Далее, с учётом узости полосы пропускания передаточной функции бортовой качки (а этот тезис остаётся справедливым для повреждённого корабля), можно, как и для неповреждённого корабля, в формуле для дисперсии бортовой качки

$$D_{\theta a} = \int_0^\infty |\Phi_{\theta a}(\omega)|^2 S_r(\omega) d\omega\,, \qquad (1)$$

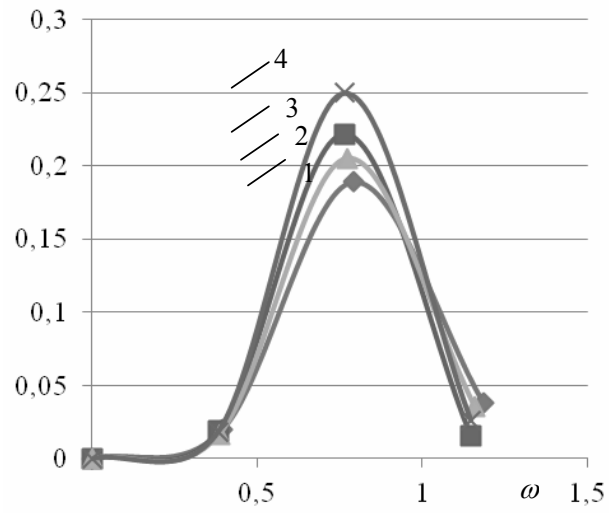



**Рис. 1.** Зависимость модуля передаточной функции | $\Phi_{\theta a}(\omega)$| от частоты набегающего волнения для неповрежденного и повреждённого судов.
*1-3* - повреждённое судно: *1*– $\bar{l}_з = 0{,}15$, 2 – $\bar{l}_з = 0{,}10$, 3 – $\bar{l}_з = 0{,}075$, 4 – неповрежденное судно.

где $S_r$ - дисперсия волновых ординат, принять, что

$$\frac{\omega^4}{g^2}\kappa^2_{\theta\Sigma a}(\omega)S_r(\omega) \approx \frac{n^4_{\theta a\,\max}}{g^2}\kappa^2_{\theta\Sigma a}(n_{\theta a\,\max})S^*_r . \qquad (2)$$

Здесь $S^*_r = S_r(n_{\theta a\,\max})$, а частота максимума передаточной функции $n_{\theta\alpha\max}$ в силу того, что $n_{a2} = n_{a2}(\omega)$, должна в общем случае определяться условием

$$\left.\frac{d|\Phi_\theta(\omega)|}{d\omega}\right|_{\omega=n_{\theta a\max}} = 0.$$

Отношение $\frac{n_{\theta\,\max}}{n_\theta}$ = 1,034 при безразмерной (в долях длины судна) длине затопления $\bar{l}_з$ = 0,15, $\frac{n_{\theta\,\max}}{n_\theta}$ = 1,015 при $\bar{l}_з$ = 0,10, и $\frac{n_{\theta\,\max}}{n_\theta}$ = 1,01 при $\bar{l}_з$ = 0,075, рис. 1. Здесь $n_\theta$ - частота собственных бортовых колебаний для неповреждённого судна.

Далее, по аналогии с [2], можно вынести величину, определяемую соотношением (2), за интеграл (1) и вычислить оставшийся интеграл по формулам интегрирования рациональных дробей.

Результаты расчётов амплитуды бортовой качки 3%-обеспеченности $\theta_з \approx 151\sqrt{D_\theta}$, где $\theta_з$ в градусах, а $D_\theta$ в рад2, приведены на рис. 2 для $\bar{l}_з$ = 0,15, (кривая 1), для $\bar{l}_з$ = 0,10 (кривая 2), для $\bar{l}_з$ = 0,075 (кривая 3) и для неповреждённого судна (кривая 4). Эти результаты показывают удовлетворительное согласование между таким расчётом, при котором учитывается фактическая зависимость спектральной плотности действующего возмущения от частоты (рис. 2а), и расчётом, при котором действующее возмущение заменяется белым шумом в узком смысле (рис. 2б).

**Вывод.** В результате выполненного исследования получены зависимости для определения характеристик бортовой качки неповреждённого ко-

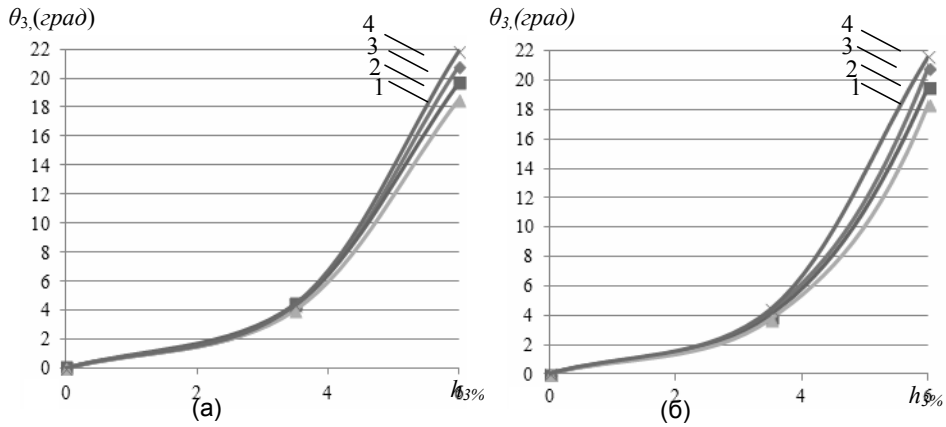



**Рис. 2.** Зависимость амплитуды бортовой качки 3%-обеспеченности $\theta_з$ (град) от высоты волны 3%-обеспеченности $h_{3\%}$. (м)

рабля на нерегулярном волнении при замене действующего возмущения белым шумом. Показана практическая приемлемость такой замены.

**Литература.**

1. **Гарькавый, В.В.** Стандартная форма уравнения бортовой качки судна с жидким грузом [Текст] / В.В. Гарькавый, В.И. Яковлев // Труды КТИРПиХ. - Калининград: КТИРПиХ, 1980 - Вып. 90.- С.3-10. 2. **Севастьянов, Н.Б.** О возможности контроля за остойчивостью судна на море по периоду бортовой качки [Текст] / Н.Б. Севастьянов // Теоретические и практические вопросы остойчивости и непотопляемости морских судов: Научно-технический сборник Регистра СССР. - Л.: Морской транспорт, 1963.-С.83-104 3.**Соломенцев О.И.** Ветровые бортове колебания повреждённого судна под действием внешнего возмущения, близкого к белому шуму. [Текст] / О.И. Соломенцев, Л.Ю. Кондратьева // См. доклад в настоящем сборнике 4. **Rakhmanin, N.N.** The Influence of Liquid Cargo Dynamics on Ship Stability [Text] / N.N. Rakhmanin, S.G. Zhivitsa // Contemporary Ideas on Ship Stability. - Elsevier Science Ltd. - Oxford, 2000.- p. 377-388

УДК 378.14;681.3

## КОНЦЕПЦИЯ РОБОТОТЕХНИКИ С ПОЗИЦИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Авторы:** Коробанов Ю.Н., Волик Д.А., Коробанова А.А.,
*Национальный университет кораблестроения*

Судовые корпусные конструкции являются специфической созидательной областью знаний. Специалисты по проектированию корпусных конструкций должны владеть основами создания робототехники, позволяющей в значительной степени облегчить и ускорить труд кораблестроителей. Поскольку пути создания робототехники основывается на их кинематике и динамике, расчете и проектировании механизмов, а также на основах их конструирования, то специалисты по проектированию корпусных конструкций должны обладать такими знаниями.

Судостроение является отраслью, развитие робототехники в которой является постоянным и необходимым процессом, активно осваиваемым рядом стран, занятых активным кораблестроением. Процесс создания корпусных конструкций судна можно условно разделить на целый ряд технологических процессов. Среди этих процессов сварка занимает особое место и является наиболее трудоемким и дорогим процессом. Внедрение роботизированных процессов при изготовлении корпусных конструкций судна помогает решить проблему нехватки квалифицированных рабочих, увеличить их производитель-ность, снизить себестоимость работ.

Одним из критериев создания робототехники при формировании, при сборке корпусных конструкций судового назначения, являются способы доставки материалов, самих роботов к месту монтажа. Этим определяется раз-

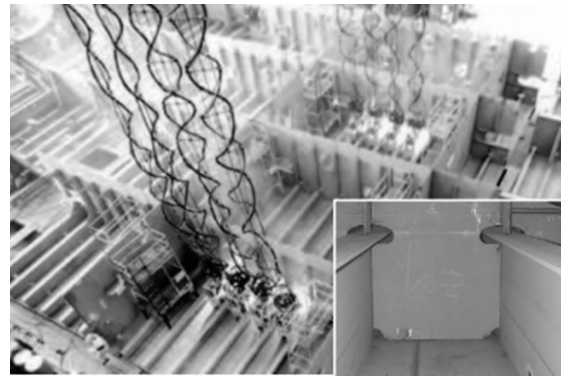


**Рис. 1.** Пример робота, спускаемого в рабочую зону с козлового крана

новидность типов роботов. На них сказывается также сложность изготавливаемых конструкций. В настоящее время существует три способа доставки робота к месту проведения сварочных работ: ручной, полуавтоматический и автоматический. В случае ручной доставки робот доставляется человеком, полуавтоматической – робот опускается в зону проведения работ с козлового крана, автоматической – применяется трехосевой манипулятор. Пример робота поступающего в производственную зону сверху вниз показан на рис. 1.

Особое место использования робототехники в судостроении занимает технология производства модульных судовых помещений. Интерес с позиций использования роботов к модульным судовым помещениям объясняется их сравнительно небольшим типажом и разноплановостью применения на судах различных типов. Судовые каюты стандартизированы, имеют типовую мебель и планировку. Эти обстоятельства упрощают перенастройку роботов при формировании различных кают и других судовых помещений. В основу перенастройки робототехники могут служить типовые программные комплексы и шаблоны.

**Литература**

Chang-Sei Kim, Keum-Shik Hong, Yong-Sub Han . Welding Robot Applications in Shipbuilding Industry: Off-Line Programming, Virtual Reality Simulation, and Open Architecture. Industrial Robotics. Programming, Simulation and Applications ISBN 3-86611-286-6. p 537-558

УДК 629.5.067

# О ДВУХ МЕТОДАХ РАСЧЁТА РАЗМЕРОВ ПРОБОИНЫ ПРИ КОНТАКТНОМ И НЕКОНТАКТНОМ ВЗРЫВАХ

**Авторы**: Соломенцев О.И., Нгуен Б. К.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Длина пробоины от подводного или воздушного взрыва $L_{ПР}$ является случайной величиной, подчинённой центрированному нормальному закону, [4], с дисперсией $D_l$ и со средним значением $l_{ПР} = h\sqrt{2D_l}$, $h \approx 0{,}48$ и $l_{ПР} \approx \frac{2}{3}\sqrt{D_l}$. Случайность длины пробоины при контактном взрыве связана в первую очередь со случайностью эмпирического коэффициента $\eta \le 1$. Этот коэффициент учитывает долю энергии взрыва, идущей на деформацию корпуса. Для подводного взрыва в среднем (с обеспеченностью длины пробоины 50%) имеем $\eta \approx 0{,}1236$, [3]. Для определения той же величины при воздушном взрыве необходимы дополнительные исследования, после чего можно будет также применить соотношение (1).

С целью определения средней длины пробоины $L_{ПР}$ при контактном или неконтактном подводном или воздушном взрыве могут быть применены импульсный или энергетический методы.

Средняя длина пробоины при подводном контактном взрыве $L_{ПР} = L_{ПР1}$ в соответствии с импульсным методом, когда пробоина образуется из-за сдвига слоёв материала корпуса под действием взрыва (рис. 1),определится как

$$l_{ПР1} \approx \frac{2}{3\delta}\sqrt{\frac{\eta G a}{\pi \rho_C}},\ a \ge \delta;\ l_{ПР1} = 0,\ a < \delta. \quad (1)$$

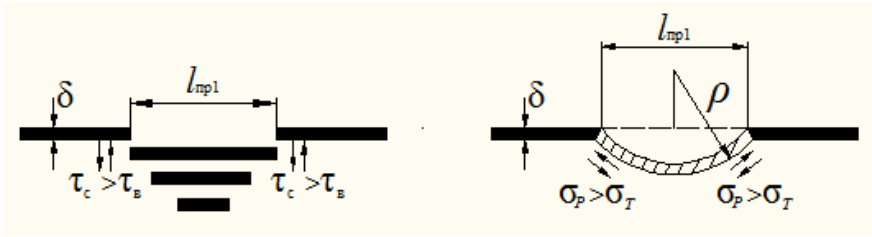
где $G$ - масса взрывчатого вещества (ВВ) в тротиловом эквиваленте, кг;
$a$ - постоянная, имеющая размерность длины и зависящая от типа ВВ и материала корпуса; для сочетания «тротил-сталь» ; $a$ = 28 см.
$\delta$ - приведенная (с учётом набора) толщина обшивки;
$\rho_C$ - плотность материала корпуса.

В соответствии с энергетическим методом, когда пробоина формируется за счёт деформации растяжения обшивки, рис.1Б, средняя длина пробоины при подводном или надводном контактном взрыве найдётся в виде, [3]:

$$l_{ПР1} = 2\sqrt{\frac{2\eta G q_E}{\pi \sigma_T \delta \varepsilon}}, \quad (2)$$

где $q_E$ - удельная (на единицу массы) энергия, высвобождающаяся при взрыве тротила, $q_E$ =1060 ккал/кг = 4180 Дж/кг, $\sigma_T$ - предел текучести материала корпуса, $\varepsilon$ - безразмерная деформация, для стали $\varepsilon \approx 0{,}25$.

На рис. 1А –1Б обозначено: $\tau_C$- действующие касательные напряжения, $\tau_B$- динамическое временное сопротивление материала корпуса на сдвиг, $\sigma_П$ - действующие растягивающие нормальные напряжения, и $\rho$ - радиус лунки, образующейся перед появлением пробоины.




А Б

**Рис. 1.** Схемы образования пробоины при контактном взрыве по импульсному методу (А) и по энергетическому методу (Б)

Рассмотрим теперь неконтактный взрыв. Пусть $r_{B*}$ («дистанция нулевой трещины») есть такое минимальное расстояние от центра взрыва до обшивки, при котором в обшивке ещё не появляется пробоины (трещины). Если фактическое отстояние $r_B > r_{B*}$, то пробоины не будет. Если $r_B < r_{B*}$, то пробоина будет, причём края пробоины будут отстоять от центра взрыва на величину, равную $r_{B*}$. Тогда на основе простых геометрических соотношений между величинами $r_B$ и $r_{B*}$ можно найти среднюю в статистическом смысле длину пробоины при неконтактном взрыве $l_{ПР2}$, рис. 2:

$$l_{ПР2} = 2\sqrt{r_{B*}^2 - r_B^2} = 2r_B tg\nu_B = 2r_{B*}\sin\nu_B;\ \cos\nu_B = \frac{r_B}{r_{B*}}.$$

При применении импульсного метода мы по известным полуэмпирическим зависимостям непосредственно находим величину $r_{B*}$.

При применении энергетического метода мы применяем для нахождения угла $\nu_B$ соотношение вида, [1]:

$$\cos\nu_B = \sqrt{\frac{A}{E_P}};\qquad A = \min(A_П, A_X),$$

где $E_P$ - та часть удельной (на единицу площади наружной обшивки) энергии взрыва, которая идёт на разрушение обшивки корабля;

$A_П$, $A_X$ - работы пластического (вязкого) и хрупкого видов разрушения пластины, при этом, как правило, $A_П > A_X$ и $A = A_X$.

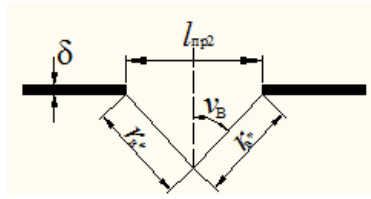



**Рис. 2.** К определению средней длины пробоины при неконтактном взрыве

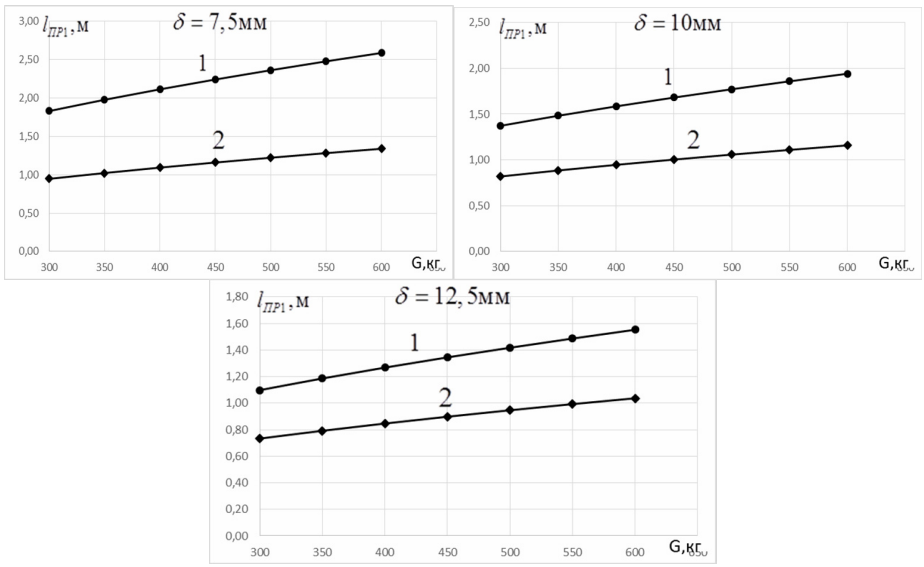



**Рис. 3.** К определению средней длины пробоины при контактном взрыве с помощью импульсного энергетического методов • — импульсный метод; ♦ — энергетический метод

Для нахождения «дистанции нулевой трещины» возможно также использовать и статистические зависимости, [5].

Некоторые результаты выполненного исследования, относящиеся к контактному взрыву, показаны на рис.3.

При определении расчётной длины пробоины $L_{\text{ПР}}$ необходимо учесть, что $\eta \le 1$, и максимальная длина пробоины при контактном взрыве $L_{MAX1}$, отвечающая $\eta = 1$, определится как $L_{MAX1} = \frac{l_{ПР1}}{\sqrt{\eta}} \approx 2{,}8 l_{ПР1}$ при $\eta \approx 0{,}1236$.

Определяемая таким образом длина пробоины получается заметно меньшей той неслучайной длины пробоины, которая определялась по приближённым эмпирическим формулам первой четверти XX в. Это связано с улучшением качества судостроительных сталей, [2].

При определении случайной длины пробоины $L_{\text{ПР}}$ в диапазоне $L_{\text{ПР1}} \le L_{\text{ПР}} \le L_{\text{MAX1}}$ необходимо задаться расчётной обеспеченностью этой величины и далее применить усечённое нормальное распределение с параметром усечения $L_{MAX1}$.

**Выводы.** В докладе сопоставлены импульсный и энергетический методы расчёта средней в статистическом смысле длины пробоины при контактном и неконтактном взрывах. При этом случайность длины пробоины связана в первую очередь со случайностью коэффициента, определяющего ту долю энергии взрыва, которая идёт на разрушение конструкций корабля. При контактном взрыве по результатам расчётов вычисленная по импульсному методу средняя длина пробоины превышает её длину при использова-

нии энергетического метода. Разница в средних длинах пробоин, вычисленных по разным методам, для контактного взрыва тем меньше, чем больше толщина обшивки.

**Литература..**

1**. Костылев, И.В.** Оценка размера пробоины в корпусе судна при близком неконтактном подводном взрыве [Текст] / И.В. Костылев // Сборник НТО им. акад. А.Н. Крылова. - СПб.: Судостроение, 1992. - Вып. 517.-С. 32-37. **2. Malan, D.F**. Empirical Investigation of the Underwater Blast [Text] / D.F. Malan // Ph. D. Thesis.- University of Cape Town.- Cape Town, 2008.- 131 p. **3**..**Rajendran, R.** Design of Warship Plates Against Underwater Explosions [Text] / R. Rajendran, J.K. Paik, B.J. Kim // Ships and Offshore Structures, 2006.- Vol. 1.- № 4.- p. 347-356. 4**.Smith, D.** Accidental Damage Templates (ADTS): A Basis for the Future of Naval Ship Safety Classification? [Text] / D. Smith, M. Heywood. // Proceedings of 10-th International Conference of Stability of Ships and Ocean Vehicles. - St.-Petersburg, 2009. -9 p. **5.** The Evaluation Method of Total Damage of Ship in Underwater Explosion [Text] / **A-man Zhang, Ling-yu Zong, Xiao-da Cheng** a.o. // Applied Ocean Research, 2011 .- Vol. 33.- p. 240-251

УДК 629.5.067.8

## ПРИМЕНЕНИЕ МАРКОВСКОГО ПРОЦЕССА ГИБЕЛИ И РАЗМНОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА ПО КОРАБЛЮ

**Авторы:** *Соломенцев О.И., Нгуен Б.К.*,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Обеспечение пожарной безопасности надводного корабля при проектировании представляет собой одну из важных задач при его проектировании. С учётом имеемого опыта боевых действий [3] представляется актуальной следующая постановка задачи. Пусть корабль с единичной вероятностью получил попадание крылатой ракетой, артиллерийским снарядом или авиабомбой. Район попадания отделён от помещения, пожар в котором означает гибель корабля (артиллерийский или ракетный погреб), $N$ прочих помещений. Далее, с одной стороны, происходит распространение пожара по направлению к погребу, а в другой стороны, личный состав корабля ведёт борьбу за живучесть. Интенсивность распространения пожара и интенсивность борьбы за живучесть известны. Необходимо найти вероятность того, что пожар дойдёт до погреба и корабль погибнет.

Тогда пусть в некотором помещении корабля (далее - помещение 1) возник пожар. Предположим, что между этим помещением и погребом боезапаса $\Pi$ находится $N$ помещений. Предположим далее, что, если пожар дошёл до погреба, то корабль с единичной вероятностью погибнет из-за детонации боезапаса.

В рассматриваемой ситуации корабль может находиться в следующих состояниях:

$S_1$ - пожара нет (либо не возник, либо потушен), корабль находится в безопасности;

$S_2$ - пожар возник, но он ограничен помещением 1, корабль спасён;

$S_{n+1}$ - пожар захватил помещения 1,2…,*n*, $n < N$ и остановился, корабль спасён;

$S_{N+1}$ - пожар захватил помещения 1, 2, …,*n*,….*N*, и остановился, корабль спасён;

$S_{N+2}$ - пожар захватил помещения 1, 2, …,*n*,….*N*, и не остановился, дойдя до погреба (N+1-го помещения), корабль погиб.

Дополнительно для всего времени хода процесса вводятся такие предположения:

-корабль может находиться в одном из состояний от $S_1$ до $S_{N+2}$, но не в каком ином;

-если корабль попал в поглощающее состояние $S_{N+2}$, то ход процесса прекращается из-за гибели корабля, а если пожар ликвидирован (иными словами, корабль попал в иное поглощающее состояние $S_1$), то ход процесса опять-таки прекращается и корабль спасён.

Остановка процесса в одном из поглощающих состояний есть достоверное событие; поэтому

$$P_+ + P_- = 1,$$

где $P_+$, $P_-$ - вероятности остановки процесса в негибельном и гибельном состояниях соответственно.

Условная вероятность гибели в рамках данной реализации случайного процесса в результате развития повреждения:

$$P_B = P_3 P_- = P_3(1 - P_+),$$

где $P_3$ - вероятность интенсивного возгорания (общей вспышки) после попадания (вероятность попадания здесь равна 1), [1].

Предположим, что существует только один реальный путь движения пламени пожара от места попадания к погребу. Это допущение отвечает небольшому кораблю. Если таких путей несколько- (2-3, но не неопределённо много, как может быть для крупного корабля - например, для авианосца), то приведенную далее расчётную схему следует реализовать несколько раз. Если таких путей много, то следует использовать схему случайного блуждания. Эта ситуация не является характерной для малых кораблей и далее не рассматривается.

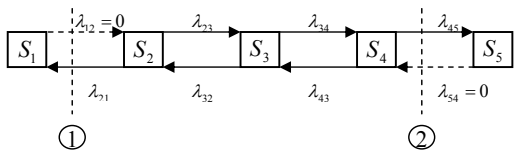



**Рис. 1.** Размеченный граф процесса гибели и размножения

Тогда могут быть введены такие допущения:

-корабль из-за развития повреждения может перейти из состояния с порядковым номером $i$ в состояние с большим на единицу порядковым номером $j$, и ни в какое другое состояние,

-корабль благодаря борьбе личного состава за живучесть может перейти из состояния с порядковым номером $j$ в состояние с меньшим на единицу порядковым номером $i$ и ни в какое другое состояние.

Здесь для всех $i$ и $j$ справедливы соотношения $i = j - 1$ и $j = i + 1$. При таких допущениях для решения поставленной задачи можно применить «процесс гибели и размножения», [4]. На рис. 1 приведен размеченный граф процесса гибели и размножения при $N = 3$. Общее количество состояний $N + 2 = 5$.

Постоянство соотношения между индексами $i$ и $j$, характерное именно и только для процесса гибели и размножения, позволяет использовать обозначения с одним индексом вида $\lambda_{ij} = \lambda_i$ и $\lambda_{ij} = \mu_i$. При этом величины $\lambda_i$ могут быть оценены по [2].

Пусть теперь $p_i(t)$, $i$ = 1, 2, ..., N + 1 - вероятности пребывания корабля в состояниях 0, 1, 2,…..,$N$+1. Эти вероятности определяются из системы дифференциальных уравнений А. Н. Колмогорова, которые без учёта поглощающих экранов будут иметь вид, [4]:

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = \mu_2 p_2(t) - \lambda_1 p_1(t);$$

……

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = \lambda_{i-1} p_{i-1}(t) + \mu_{i+1} p_{i+1}(t) - (\lambda_i + \mu_i) p_i(t);$$

$$\frac{dp_N(t)}{dt} = \lambda_{N-1} p_{N-1}(t) - \mu_N p_N(t);$$

$$\forall t: \ \sum_{i=1}^{N} p_i(t) = 0; \ p_1(0) = 0.$$

,

В докладе рассмотрен частный случай $N$ = 1, для которого существует решение в конечном виде, а также переход к финальным вероятностям процесса гибели и размножения, когда $t \to \infty$ и $\forall i: \ \frac{dp_i(t)}{dt} = 0$.

**Вывод.** Распространение пожара не небольшом надводном корабле после получения им попадания выше ватерлинии может быть описано одним из видов марковского процесса с дискретными состояниями и с непрерывным временем.

**Литература.**

1. **Васюнькин, В.В.** Оценка пожарозащищённости корабля на стадии проектирования [Текст] / В.В. Васюнькин // Сборник НТО им. акад. А.Н. Крылова - СПб.: Судостроение, 1992. - Вып. 519. - С. 56-61. 2. **Гайкович, А.И.** Моделирование пожара и борьба с ним для проектного обоснования

судна-спасателя [Текст] / А.И. Гайкович, Пью Зо Хейн // Судостроение, 2010. - №1. - С. 26-30. 3. **Родионов, Б.Н.** «Радиоэлектронная война» в Южной Атлантике [Текст] / Б.Н. Родионов, Е.А. Никитин, Н.А. Новичков // Морской сборник, 1983. - №.1.- с. 77-85. 4. **Соколов, Е.А.** Теория случайных процессов для экономистов [Текст] /Е.А. Соколов // М.: Физматлит, 2008.- 206 с.

УДК 629.5.022.3

# О ВЛИЯНИИ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОРПУСА И АУТРИГГЕРА НА НЕПОТОПЛЯЕМОСТЬ КОРАБЛЯ С АУТРИГГЕРАМИ

**Авторы:** Соломенцев О.И., Нгуен Т.Н.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Для выбора взаимного расположения центрального корпуса и аутриггера корабля с аутриггерами с учётом требований к заливаемости и к слемингу оказывается необходимым, наряду с ходкостью, остойчивостью и бортовой качкой [3], а также продольной качкой [4], также и учёт характеристик непотопляемости. В отличие от известного исследования на аналогичную тему [5], данная работа представляет собой составную часть комплексного исследования, когда при выборе взаимного расположения центрального корпуса и аутриггеров принимается во внимание большое число факторов. Постановка соответствующей вариантной оптимизационной задачи содержится в [3].

В процессе выполнения исследования были разработаны приближённые зависимости для нахождения максимальной по длине корабля потери надводного борта $\Delta F$ и максимальной потери начальной поперечной метацентрической высоты $\Delta h$ при различных характерных случаях затопления (и с учётом контрзатопления).

В общем случае без контрзатопления для величины $\Delta F$ имеем

$$\Delta F = \Delta T_0 + \Delta T_\psi + \Delta T_\theta , \qquad (1)$$

где $\Delta T_0$ - изменение средней осадки;
$\Delta T_\psi$ -изменение осадки, связанное с наличием аварийного угла дифферента;
$\Delta T_\theta$ -изменение осадки, связанное с наличием аварийного угла крена.

Формула (1) может относиться как к центральному корпусу (тогда $\Delta F = \Delta F_1 = \Delta T_0 + \Delta T_{\psi 1}(x_{P1}) + \Delta T_{\theta 1}(x_{P1})$), или к аутриггеру (и тогда $\Delta F = \Delta F_2 = \Delta T_0 + \Delta T_{\psi 2}(x_{P2}) + \Delta T_{\theta 2}(x_{P2})$). Здесь $\overline{x}_{P1}$ есть отстояние от миделя центрального корпуса той точки, в которой вычисляется величина $\Delta F_1$, а $x_{P2}$ есть отстояние от аутриггера той точки центрального корпуса, в которой вычисляется величина $\Delta F_2$. Здесь и далее положительное направление оси $x$ принимается в нос центрального корпуса или аутриггера. При

этом остаток надводного борта после аварии $\Delta H_{f1}(x_{P1})$ для центрального корпуса и аналогичная величина для аутриггера $\Delta H_{f2}(x_{P2})$ определятся как

$$\Delta H_{f1}(x_{P1}) = H_{f1}(x_{P1}) - \Delta F_1(x_{P1}) = H_{f1\otimes} + f_{C1}(x_{P1}) - \Delta F_1(x_{P1}),$$

$$\Delta H_{f2}(x_{P2}) = H_{f2}(x_{P2}) - \Delta F_2(x_{P2}) = H_{f2\otimes} + f_{C2}(x_{P2}) - \Delta F_2(x_{P2}),$$

$$f_{C1}\left(\frac{L_1}{2}\right) = f_{C1}^{(H)};\ f_{C1}\left(-\frac{L_1}{2}\right) = f_{C1}^{(K)};\ f_{C2}\left(\frac{L_2}{2}\right) = f_{C2}^{(0)};$$
$$f_{C2}\left(-\frac{L_2}{2}\right) = f_{C2}^{(K)},$$

где $H_{f1}(x_{P1})$ - высота надводного борта центрального корпуса на расстоянии $x_{P1}$ от его миделя;

$H_{f2}(x_{P2})$ - высота надводного борта аутриггера на расстоянии $x_{P2}$ от его миделя;

$H_{f1\otimes}$ - высота надводного борта центрального корпуса на миделе;

$H_{f2\otimes}$ - высота надводного борта аутриггера на миделе;

$f_{C1}^{(H)}$, $f_{C1}^{(K)}$ - стрелки седловатости центрального корпуса в носу и в корме;

$f_{C2}^{(H)}$, $f_{C2}^{(K)}$ - стрелки седловатости аутриггера в носу и в корме.

После осуществления контрзатопления будет

$$\Delta F_* = \Delta T_{0*} + \Delta T_{\psi *} + \Delta T_{\theta *}.$$

При этом средняя осадка $\Delta T_{0*}$ возрастёт более чем вдвое по сравнению с аналогичной величиной без контрзатопления $\Delta T_0$ (строго вдвое при бесконечно малом затопленном отсеке). Но должно оказаться, что $\Delta T_{\psi *} < \Delta T_{\psi}$ и (или) $\Delta T_{\theta *} < \Delta T_{\theta}$, и в итоге может быть так, что $\Delta F_* < \Delta F$. В противном случае выполнять контрзатопление не следует.

А для потери из-за затопления начальной поперечной метацентрической высоты повреждённого корабля с аутриггерами $\Delta h$ в общем случае имеем

$$\Delta h = \Delta z_c + \Delta r, \qquad (2)$$

где $\Delta z_c$, $\Delta r$ - изменения аппликаты центра величины и начального поперечного метацентрического радиуса, обусловленные тем или иным случаем затопления.

Величины, входящие в соотношения (1)-(2), были приближённо выражены в функции главных элементов корабля с аутриггерами для любого случая затопления. Если рассматривается затопление в центральном корпусе, то при отсутствии аутриггеров эти выражения переходят в соотношения работы [1] для однокорпусных кораблей. А если рассматривается затопление в аутриггере при отсутствии центрального корпуса, то соответствующие зависимости переходят в формулы [2] для катамаранов с поправками [1].

Далее варьировался продольный миделевой выдвиг $A_L$, расстояние между диаметральными плоскостями центрального корпуса и аутриггера $C_П$и выполнялся анализ влияния параметров $A_L/L_1$ и $C_П/B_1$ на величины

$\Delta F_1/L_1$, $\Delta F_2/L_2$ и $\Delta h/h$. Здесь $L_1$, $B_1$ - длина и ширина по КВЛ центрального корпуса, $L_2$ - длина аутриггера и $h$ - начальная поперечная метацентрическая высота неповреждённого корабля.

Рассматривалось затопление в центральном корпусе длиной в 15% его длины, а также затопление одного из аутриггеров. При затоплении центрального корпуса расчётный район затопления принимался при исследовании аварийной плавучести посередине кормовой половины центрального корпуса, а при исследовании аварийной остойчивости - на миделе.

Носовое расположение аутриггеров было исключено, [3]),

Некоторые результаты расчётов показаны на рис. 1 и на рис. 2.

**Вывод.** С использованием приближённых зависимостей для расчёта характеристик плавучести и начальной остойчивости повреждённого корабля-тримарана выполнен анализ влияния взаимного расположения центрального корпуса и аутриггеров на указанные характеристики.

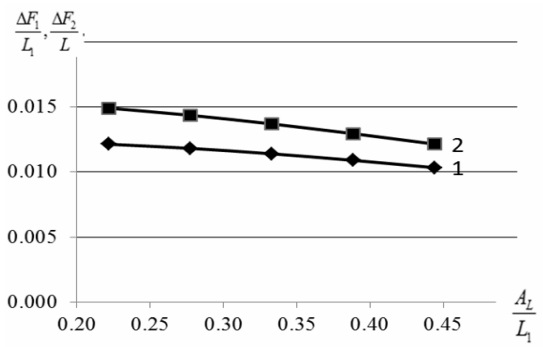



**Рис. 1.** Зависимости относительных потерь надводного борта для центрального корпуса $\Delta F_1/L_1$ (1) и для аутриггера $\Delta F_2/L_2$ (2) от относительного миделевого выдвига $A_L/L_1$ при затоплении в центральном корпусе.

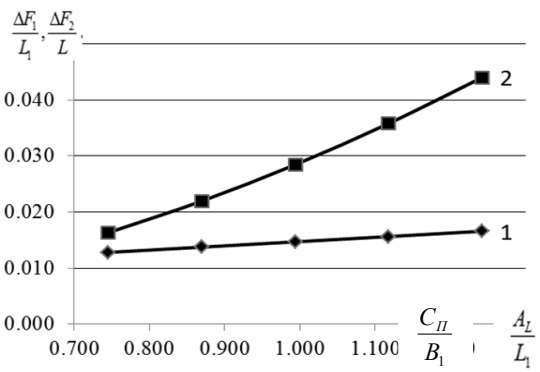



**Рис. 1.** Зависимости относительных потерь надводного борта для центрального корпуса $\Delta F_1/L_1$ (1) и для аутриггера $\Delta F_2/L_2$ (2) от относительного миделевого выдвига $C_П/B_1$ при затоплении в центральном корпусе.

**Литература**.

1.**Вашедченко, А.Н.** Аналитическое определение ординат кривой предельных длин отсеков [Текст] / А.Н. Вашедченко // Судостроение: Республиканский межведомственный научно-технический сборник. - Киев-Одесса: «Вища школа», 1987. - Вып. 36.-С. 3-9 **2. Соломенцев, О.И.** Ограничения по непотопляемости в логико-математической модели проектируемого судна - катамарана [Текст] / О.И. Соломенцев // Труды НКИ. - Николаев: НКИ, 1977.- Вып. 128.-с. 115-119. **3**. **Соломенцев, О.И.** Выбор и обоснование взаимного расположения центрального корпуса и аутриггеров для корабля с аутриггерами [Текст]// О.И. Соломенцев, Т.Н. Нгуен // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю "Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд".- Миколаїв.- НУК.-2015.- с. 69-72. **4.Соломенцев, О.И.** О влиянии взаимного положения центрального корпуса и аутриггера на продольную качку корабля с аутриггерами [Текст] // О.И. Соломенцев, Т.Н. Нгуен // См. тезисы доклада в настоящем сборнике. **5.Ordonez, L.A.** Exploration of the Damage Stability Characteristics of the Trimaran Surface Combatant [Text] / L.A. Ordonez // Master of Science Thesis. - Naval Postgraduate School. - Monterey, 1995.- 130 p.

УДК 629.5.022.3

# О ВЛИЯНИИ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОРПУСА И АУТРИГГЕРА НА ПРОДОЛЬНУЮ КАЧКУ КОРАБЛЯ С АУТРИГГЕРАМИ

**Авторы:** Соломенцев О.И., Нгуен Т.Н.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Для выбора взаимного расположения центрального корпуса и аутриггера корабля с аутриггерами с учётом требований к заливаемости и к слемингу оказывается необходимым, наряду с ходкостью, остойчивостью и бортовой качкой [6], а также непотопляемостью [7] также и учёт характеристик продольной качки. В отличие от иных известных работ на ту же тему [9,12] данная работа представляет собой составную часть комплексного исследования в части выбора взаимного расположения центрального корпуса и аутриггеров с учётом большого числа факторов. Постановка соответствующей вариантной оптимизационной задачи содержится в [6].

Для реализации поставленной задачи была составлена система дифференциальных уравнений вертикальной и килевой качки на встречном волнении для корабля с аутриггерами. В процессе определения коэффициентов указанных уравнений учитывалась кинематика совместной продольной качки центрального корпуса и аутриггеров. При отсутствии аутриггеров система уравнений продольной качки переходит в аналогичную систему диф-

ференциальных уравнений вертикальной и килевой качки Ю.В. Ремеза для однокорпусного корабля, [4].

Инерционные силы и моменты определялись по формулам Ландвебера-Маканьо с введением поправок на конечность частоты. Влияние взаимодействия центрального корпуса и аутриггеров на инерционные характеристики продольной качки при бесконечно большой частоте учитывалось по соотношениям [2]. Демпфирующие силы определялись путём аппроксимации графиков А.З. Салькаева, Возмущающие силы и моменты определялись на основе рекомендаций В.А. Мореншильдт [3] с учётом кинематики совместной продольной качки центрального корпуса и аутриггеров. При отсутствии аутриггеров эти зависимости переходят в формулы [3] для однокорпусного корабля.

По опыту расчётов продольной качки катамарана, характеристики такой качки в первом приближении при наличии хода могут быть рассчитаны как для однокорпусного корабля. Связано это с тем, что на основании анализа взаимодействия проникающих и излучённых при качке волн в межкорпусном пространстве можно сделать вывод о том, что гидродинамическое взаимодействие центрального корпуса и аутриггеров максимально при отсутствии хода. С ростом скорости степень этого взаимодействия снижается, и существует некоторая критическая скорость хода такая, при превышении которой с указанным взаимодействием можно не считаться, [11]. На практике фактическая скорость обычно меньше критической, и поэтому при наличии хода имеет место некоторый промежуточный случай. Но в расчётах обычно ограничиваются двумя крайними случаями: это максимальное взаимодействие, которому отвечает отсутствие хода, и отсутствие взаимодействия. Соответственно при вычислении коэффициентов дифференциальных уравнений вертикальной и килевой качки корабля с аутриггерами рассмотрено два варианта:

-влияние свободной поверхности на гидродинамические коэффициенты продольной качки для корабля с аутриггерами учитывается по расчётным зависимостям для однокорпусных судов;

-влияние свободной поверхности на гидродинамические коэффициенты продольной качки для корабля с аутриггерами учитывается по расчётным зависимостям для двухкорпусных судов для случая отсутствия хода, [5], но при этом в этом взаимодействии принимает участие только часть центрального корпуса, длина которой равна длине аутриггера..

В последнем случае предполагалось, что учёт гидродинамического взаимодействия может быть с достаточной точностью выполнен, как для катамарана в соответствии с гипотезой о большом клиренсе. В этом случае все излучённые и дифрагированные волны в межкорпусном пространстве рассматриваются как гармонические волны малой амплитуды. При этом учитывались также и экспериментальные данные в части влияния взаимодействия корпусов на гидродинамические коэффициенты продольной качки для тримарана, [1]. Тогда в алгоритм расчёта продольной качки корабля с аутриггерами вносятся соответствующие поправки, [5].

Полученные результаты были сопоставлены с данными [8,10] и использованы для анализа влияния взаимного расположения центрального корпуса и аутриггеров на характеристики продольной качки. Как и в [5], варьировались величина $C_{\Pi}$, горизонтальный выдвиг $A$ и отношение водоизмещения аутриггера $V_2$ к водоизмещению центрального корпуса $V_1$. Данные анализа были сопоставлены с результатами [9,12].

**Вывод.** В результате выполненного исследования было проанализировано влияние взаимного расположения центрального корпуса корабля с аутриггерами на характеристики его продольной качки.

**Литература.**

1.**Демидюк, А.В.** Экспериментальное определение гидромеханических и кинематических характеристик продольной качки тримарана [Текст] / А.В. Демидюк, В.И. Тонюк // Вісник ОНМУ.- Одеса, 2007.- Вип.. 23.-с. 81-88. 2. **Милова, И.И.** Килевая качка катамаранного судна [Текст] / И.И. Милова // Труды ГИИВТ. - Горький: ГИИВТ, 1970. - Вып.106. - Часть 2 С. 149-171. 3..**Мореншильдт, В.А.** Теоретическое исследование главной части возмущающих сил и моментов, действующих на судно, расположенное под произвольным курсовым углом к волне /[Текст] / В.А. Мореншильдт / Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. - Л.: Судостроение, 1972. - Вып. 269. 4.**Ремез, Ю.В.** Качка корабля [Текст] / Ю.В. Ремез // Л.: Судостроение, 1983.-328 с. 5.**Соломенцев, О.И.** Расчёт гидродинамических коэффициентов продольной качки катамарана [Текст] / О.И. Соломенцев // Гидродинамика корабля: Сборник научных трудов НКИ. - Николаев: НКИ, 1991.-с.67-76 6. **Соломенцев, О.И.** Выбор и обоснование взаимного расположения центрального корпуса и аутриггеров для корабля с аутриггерами [Текст] / О.И. Соломенцев, Т.Н. Нгуен // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю “Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд”- Миколаїв.- НУК . -2015.- с. 69-72 7.**Соломенцев, О.И.** О влиянии взаимного положения центрального корпуса и аутриггера на непотопляемость корабля с аутриггерами [Текст] // О.И. Соломенцев, Т.Н. Нгуен // См. тезисы доклада в настоящем сборнике. 8.**Hebblewhite, K.** A Case Study: Theoretical and Experimental Analysis of Motion Characteristics of a Trimaran Hull Form [Text] / K. Hebblewhite, P.K., Sahoo, L.J. Doctors // Transactions of 5-th International Conference of High Performance Marine Vehicles. - Australia, 2005.-p. 323-337. 9. **Kurultay, A.A.** Sensivity Analysis of the Seakeeping Behaviour of Trimaran Ship [Text] / A.A. Kurultay // Master of Science Thesis. - Naval Postgraduate School. - Monterey, 2003. – 87 p. 10. **Pastoor, W.** Seakeeping Behaviour of a Frigate-Type Trimaran [Text] / W. Pastoor, R. van’t Veer, E. Harmsen // RINA paper, 2004.- 12 p. 11. **Sun, F.** Analysis of Motions of a Catamaran in Arbitrary Heading Waves [Text] /F. Sun // Journal of Energy Resources Technology, 1983. - Vol. 105. - September. – p. 219-230. 12. **Yasukawa, H.** Influence of Outrigger Position on the Performance of a High Speed Trimaran. 2nd Report. Wave Induced Motions in head Seas. [Text] / H. Yasukawa, N. Hirata, K. Kose // Journal of Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, 2005.- Vol. 2.- p. 189-195

УДК 629.124.72

# ВЕТРОВЫЕ БОРТОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОВРЕЖДЁННОГО СУДНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНЕГО ВОЗМУЩЕНИЯ, БЛИЗКОГО К БЕЛОМУ ШУМУ

**Авторы**: Соломенцев О.И., Кондратьева Л.Ю.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Для приближённого анализа бортовых ветровых и волновых колебаний судна на реальном нерегулярном волнении часто применяется замена фактического ветрового или волнового внешнего возмущения возмущением, близким к белому шуму в узком смысле. Зависимости, позволяющие найти дисперсии ветровых или волновых колебаний для линейного демпфирования при любом (ветровом или волновом) коэффициентах интенсивности получены разными путями в работах [2,4,5]. Кроме того, в работе [2] аналогичные зависимости получены для квадратичного демпфирования, а в [7] - и для линейно-квадратичного демпфирования. Коэффициенты интенсивности, отвечающие действию на судно пульсационной составляющей устойчивого порывистого ветра, получены разными путями в [3] и в [6]. В обоих случаях действующее возмущение считалось близким к белому шуму.

Однако все эти зависимости относятся к неповреждённому судну. Обобщение указанных зависимостей на повреждённое судно представляет очевидный интерес и рассмотрено в данном докладе и в докладе [8]. При этом в данном докладе рассмотрено действие на судно ветрового возмущения, близкого к белому шуму, а в докладе [8] – волнового возмущения.

Для определения дисперсии бортовых колебаний повреждённого судна под действием пульсационной составляющей скорости ветра была принята за основу расчётная схема [6]. Для учёта наличия повреждения по аналогии с [1] вводятся следующие допущения:

-судно расположено лагом к волнам;

-жидкость в затопленном отсеке предполагается идеальной, а течение этой жидкости - потенциальным;

-пренебрегается влиянием поперечно - горизонтальной качки, а также влиянием нелинейностей по бортовой качке;

-учитывается только первый тон колебаний воды в затопленном отсеке;

-затопление предполагается на миделе, а затопленный отсек считается прямоугольным параллелепипедом;

-применяется метод постоянного водоизмещения;

-дополнительное демпфирование, обусловленное затоплением отсека, на первом этапе считаем отсутствующим, а затем рассмотрим его влияние;

-затоплен отсек второй категории (в отсеке имеется свободная поверхность, но отсек не сообщается с забортной водой);

-уровень воды в отсеке совпадает с уровнем воды за бортом.

При анализе ветровых колебаний судна под действием переменной (пульсационной) составляющей скорости ветра было принято за основу

дифференциальное уравнение [6] с поправками на повреждение согласно [1]. Путём решения этого уравнения был рассчитан модуль передаточной функции бортовых колебаний повреждённого корабля $|\Phi_{\theta\alpha}(\Omega)|$ , где $\Omega$ - частота порывов ветра, максимум которой отвечает частоте собственных колебаний судна с учётом колебаний жидкости в затопленном отсеке $n_{\theta\alpha}$. Спектральная плотность внешнего ветрового воздействия определялась путём преобразования эмпирической корреляционной функции, как и в [6].

Далее были использованы зависимости [3] для прохождения белого шума через линейную динамическую систему второго порядка, что позволило найти дисперсию ветровых колебаний повреждённого судна $D_{\theta\alpha}$.

Исследуемое судно: водоизмещение массовой $D$ = 8116 т, метацентрическая высота до повреждения $h$ = 1,53*м*.

При выполнении численных расчётов следует учитывать, что при воздействии на судно устойчивого порывистого ветра кренящий момент, связанный с пульсационной составляющей скорости ветра, составляет примерно половину от аналогичного момента, связанного с постоянной скоростью ветра. Поэтому практический интерес в рамках решаемой задачи представляют пульсационные скорости ветра, не превышающие 6–8 м/сек.

На рис. 1 приведены результаты расчётов амплитуд ветровых колебаний 3%-обеспеченности $\theta_3 \approx 151\sqrt{D_{\theta\alpha}}$ , $\theta_3$ в градусах и $D_{\theta\alpha}$ в *рад*$^2$, для трёх длин затопления, составлявших 0,075, 0,10 и 0,15 от длины судна $L$.

**Вывод.** В докладе получены зависимости для определения дисперсий ветровых колебаний повреждённого судна при замене действующих ветровых возмущений белым шумом. По результатам расчётов оказалось, что амплитуды ветровых колебаний растут с ростом длины затопления.

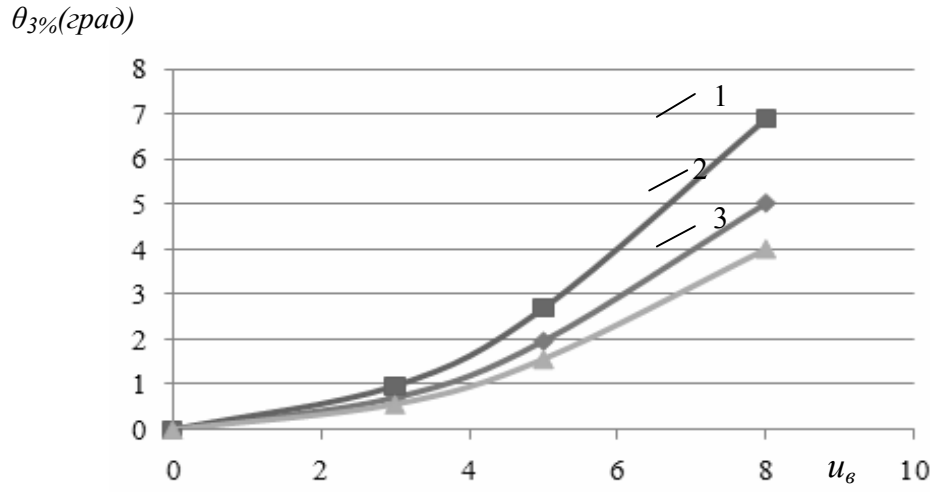



**Рис. 1.** Зависимости амплитуды бортовых колебаний 3%-обеспеченности $\theta_з$ (град) от средней скорости ветра $u_в$ для поврежденного судна.
*1*− длина затопленого отсека *l=0,15L; 2* − длина затопленного отсека *l=0,1L; 3*− длина затопленного отсека *l=0,075L*

**Литература.**

1. **Гарькавый, В.В.** Стандартная форма уравнения бортовой качки судна с жидким грузом [Текст] / В.В. Гарькавый, В.И. Яковлев // Труды КТИРПиХ. - Калининград: КТИРПиХ, 1980 - Вып. 90.- С.3-10. 2. **Некрасов, В.А.** Вероятностные задачи мореходности судов [Текст] / В.А. Некрасов. - Л.: Судостроение, 1978.- 304 с. 3.**Приходько, С.Б.** Исследование неопрокидывания судов под действием ветра и волнения [Текст] / С.Б. Приходько // Труды НКИ. - Николаев: НКИ, 1981.-Вып. 176.-С.74-82 4. **Свешников, А.А.** Прикладные методы теории случайных функций [Текст] /А.А. Свешников. - М.: Наука, 1968.-404 с. 5. **Севастьянов, Н.Б.** О возможности контроля за остойчивостью судна на море по периоду бортовой качки [Текст] / Н.Б. Севастьянов // Теоретические и практические вопросы остойчивости и непотопляемости морских судов: Научно-технический сборник Регистра СССР. - Л.: Морской транспорт, 1963.-С.83-104 6.**Соломенцев, О.И.** Расчёт дисперсии динамического ветрового крена судна по эмпирической корреляционной функции пульсационной составляющей скорости ветра [Текст] / О.И. Соломенцев // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2011. - № 5.- с. 3-12. 7.**Соломенцев, О.И.** Влияние формы шпангоутов на амплитуды нелинейной по демпфированию бортовой качки [Текст] / О.И. Соломенцев, Е.О. Снопик // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю “Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд”. - Миколаїв: НУК, 2012.-с. 67-71. 8. **Соломенцев О.И.** Бортовая качка повреждённого судна под действием внешнего возмущения, близкого к белому шуму. [Текст] / О.И. Соломенцев, Л.Ю. Кондратьева // См. доклад в настоящем сборнике

# Секція 3.
# НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ У СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 621.793.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ТВЕРДІСТЬ І СУБСТРУКТУРУ ГАЗОПОЛУМЕНЕВИХ ПОКРИТТІВ

**Автори:** Дубовий О. М., Карпеченко А. А., Жданов О. О., Бобров М. М., Макруха Т. О.,
*Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Збільшення ресурсу роботи деталей машин та конструкцій – основна задача сучасного машинобудування. Одним із прогресивних та високоефективних способів відновлення зношених деталей є застосування методів газотермічного напилення покриттів, які дозволяють створювати нові поверхні із заданим складом та властивостями. Газотермічне напилення покриттів є дешевим, обладнання на для нанесення таких покриттів є простим в обслуговуванні. До недоліків цих методів (зокрема газополуменевому) відносяться низька міцність зчеплення покриттів з основою та висока пористість. Підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей газополуменевих покриттів, зокрема твердості, за допомогою передрекристалізаційної термічної обробки є одним з перспективних напрямків розвитку даного методу [1].

Мета роботи – дослідження впливу передрекристалізаційної термічної обробки на твердість і субсруктуру газополуменевих покриттів.

Досліджено газополуменеві покриття з порошків марки ПГ-19М-01, нержавіючої сталі ПРХ19Н9 та ніхрому ПГ-Х20Н80, нанесених за допомогою пальника ГН-3 на наступному режимі: тиск ацетилену – 0,01…0,02 МПа, тиск кисню – 0,4…0,5 МПа, дистанція

напилення – 100…120 мм. Використано порошки фракцією 40…80 мкм. Як підкладку використовували пластини розміром 50×30×4 мм з вуглецевої сталі марки Ст 3. Твердість HV5 визначали на приладі типу «Віккерс» при навантаженні на індентор 5 кг (ДСТУ ISO 6507-4:2008). Для дослідження мікроструктури газополуменевих покриттів виготовлялися поперечні шліфи.

Отримані зразки з газополуменевим покриттям нагрівали в лабораторній електричній печі СНОЛ-1.6.0.08/9-М1до температури початку первинної

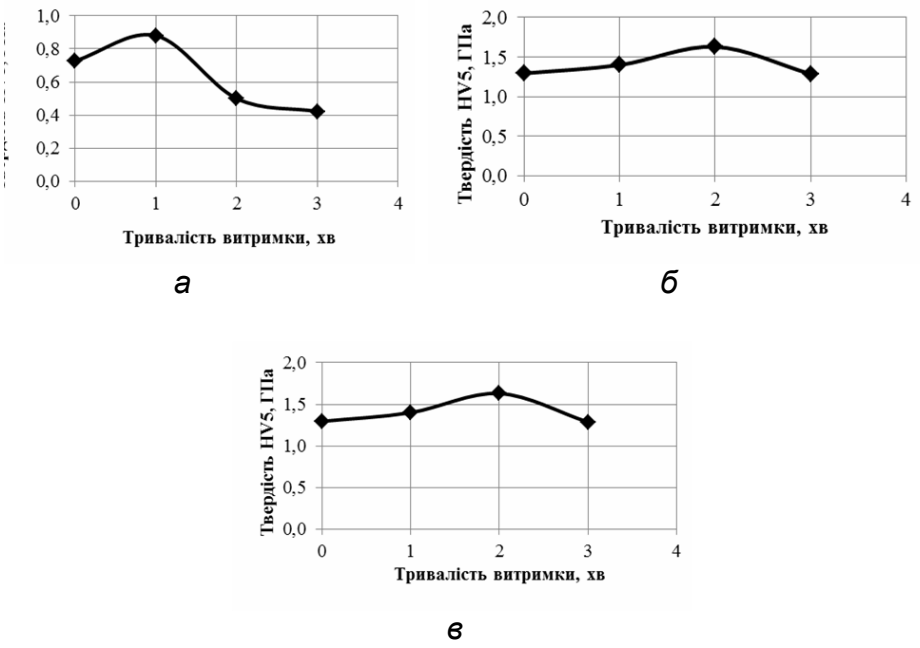



**Рис. 1.** Залежність твердості газополуменевих покриттів від тривалості витримки при перед рекристалізаційній термічній обробці: *а* – ПГ-19М-01; *б* – ПРХ18Н9; *в* – ПГ-Х20Н80

рекристалізації матеріалу покриття, як у роботі [1, 2]. Так покриття з порошку ПГ-19М-01 нагрівали до температури 350 °С; з ПРХ18Н9 – до 880 °С; з ПГ-Х20Н80 – 500 °С. Результати впливу тривалості витримки на твердість покриттів представлені на рис. 1.

Аналіз мікроструктур при збільшенні на оптичному мікроскопі у 200 крат показав, що змін у структурі (крім пористості) покриттів до і після термообробки не виявлено. Це свідчить про те, що зміцнювальний ефект забезпечують структурні елементи, розмір яких менший за 0,5 мкм. Пористість покриттів зменшилась на 10 % відносно напиленого стану. Далі аналізували зміну величини субструктурних елементів покриттів за оцінкою розмірів областей когерентного розсіювання, які визначали на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-3, результати наведені у табл. 1.

Вони свідчать про те, що розмір ОКР газополуменевих покриттів після передрекристалізаційної термічної обробки зменшується порівняно зі станом після напилення. Звідси випливає, що дана термічна обробка забезпечує здрібнення субструктури. Це забезпечує прояв «розмірного ефекту», зокрема підвищення твердості.

Таким чином, перспективи подальших розвитку досліджень полягають у встановленні впливу передрекристалізаційної термічної обробки на тонку структуру покриттів та їх експлуатаційні властивості.

**Таблиця 1.** Розмір областей когерентного розсіювання рентгенівського випромінювання газополуменевих покриттів після напилення і термічної обробки

| Матеріал покриття | Термообробка | Розмір ОКР, нм |
|---|---|---|
| Покриття з порошку марки ПГ-19М-01Величина деформації частинок – 74 %. | Без термічної обробки | 413 |
| | 350 °С, 1 хв | 387 |
| Покриття з порошку марки ПРХ18Н9 Величина деформації частинок – 70 %. | Без термічної обробки | 351 |
| | 880 °С, 2 хв | 317 |
| Покриття з порошку марки ПГ-Х20Н80 Величина деформації частинок – 67% | Без термічної обробки | 385 |
| | 500 °С, 1 хв | 327 |

**ВИСНОВОК:**

Встановлено, що передрекристалізаційна термічна обробка газополуменевих покриттів призводить до здрібнення субструктурних елементів наслідком чого є підвищення твердості. Обрано оптимальні режими передрекристалізаційної термічної обробки газополуменевих покриттів з порошків марок ПГ-19М-01(350 °С, 1 хв), ПРХ18Н9 (880 °С, 2 хв), та ПГ-Х20Н80 (500 °С, 1 хв), що забезпечують підвищення твердості на 14 %, 36 % та 20 % відповідно

**Література:**

[1] **Дубовий, О. М.** Вплив деформації та легуючих елементів на твердість сталей і напилених покриттів після передрекристалізаційної термічної обробки [Текст] / О. М. Дубовий, С. Г. Кулік, О. О. Жданов, М. М. Бобров, О. І. Мирко // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2011. – № 2. – С. 36 – 44.

[2] **Дубовий, О. М.** Вплив передрекристалізаційної термічної обробки на субструктуру і твердість деформованих кольорових металів і сплавів та напилених покриттів [Текст] / О. М. Дубовий, О. В. Бондаренко, О. О. Жданов, О. В. Жишко, М. М. Бобров, Т. С. Галкіна // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2012. – № 2. – С. 47–53.

УДК 621.765.4

# ПОДГОТОВКА И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ В ЭНЕРГОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Авторы:** Лебедева Н. Ю., Казимиренко Ю. А. ,Лебедева Е.В.
*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

Процессы переработки вторичных металлоресурсов (стружки, окалины, шлама, пыли) требуют применения высоких затрат энергии. Аналитические исследования [1-4] показали, что организованно перерабатывается только 35-45 % всей образующейся стружки, угар металла при переплавке составляет до 20-25 %, потери за счет коррозионных процессов при долговременном хранении составляют 15 %, большинство отходов металлообработки характеризуется высоким процентом (до 10 %) загрязненности эмульсиями и маслами. Перспективным направлением является использование отходов в виде стружки для получения порошковых и композиционных материалов. Применение в технологиях спекания легкоплавких компонентов, таких как алюминий, баббит, способствует образованию жидкой фазы, что позволяет снижать температурные режимы, и как следствие, энергоемкость процессов.

Цель работы заключается в исследованиях морфологии и свойств порошков, полученных механическим измельчением стружки алюминия и баббита.

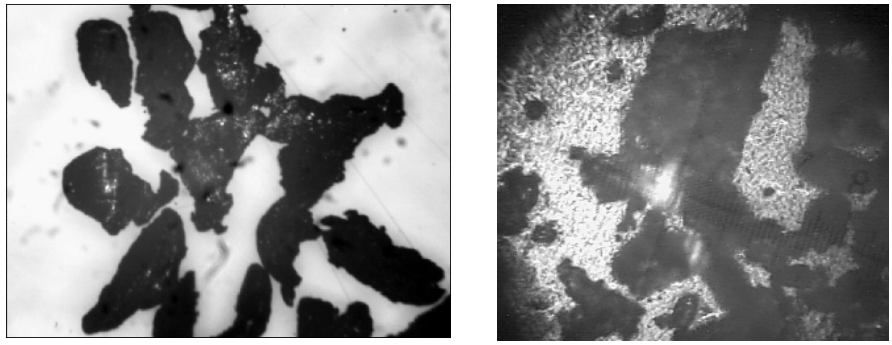
Общепринятые технологии переработки стружки в порошок включаю: удаление масляных загрязнений, измельчение с помощью дробилок и мельниц, диспергирование и отжиг [1-4]. При этом на каждом из этапов производится контроль химического и гранулометрического составов и формы частиц. На завершающей стадии подготовки исследования сопровождаются определением насыпной плотности, плотности утряски и уплотняемости. При отсутствии определенных требований к гранулометрическому составу и форме частиц процесс подготовки порошка значительно упрощается и включает очистку, механическое измельчение, сушку (при необходимости) и контроль свойств.

Для исследований авторами работы выбраны технологические отходы такие как: лом, листы после лазерной резки, стружка алюминия марки АМг5М (ГОСТ 21631-76), и баббита марки Б83 (ГОСТ 1320-74) – литников, выплесков и стружки, получаемых в результате заливки подшипников. Для измельчения стружки в отечественной промышленности используются молотковые дробилки (например, марок ДМВ-310, ДМ-7), дробилки роторного типа (например, серии G), мельницы типа PSKM (PS-45100) [5]. Мелкие партии стружки баббита можно получить с помощью напильника с одинарной насечкой, изготовленного из инструментальной стали У10 (ГОСТ 1435-99, ДСТУ 3833-98). Процессу подготовки баббитовой стружки предшествует технологическая стадия отделения от стальных отходов с помощью магнитов. Для просушивания порошков и снятия при необходимо-

сти окисной пленки можно использовать сушильные шкафы с небольшой мощностью (например, марки ШС-150, N = 1,2 кВт).

Гранулометрический состав и форма порошка исследованы соответственно по ГОСТ 18318-94 и ГОСТ 25849-83 с помощью методов оптической и компьютерной металлографии, для исследований использован металлографический микроскоп ММР-2Р. Микротвердость порошков измерялась на специально подготовленных микрошлифах с помощью микротвердомера ПМТ-3 по ГОСТ 9450-76 при нагрузке 20 г. Насыпная плотность рассчитана как масса единицы объема свободно насыпанного порошка. Микрофотографии полученных порошков представлены на рис. 1, химический состав и результаты исследований свойств сведены в табл. 1.

Применение измельченной стружки баббита Б83 апробировано в технологии формирования бронзобаббитового покрытия на стальной поверхно-



а б

**Рис. 1.** Микрофотографии порошков, полученных механическим измельчением стружки: *а* − лист алюминиевый марки АМг5М, х100 ; *б* − стружки Б83, х90

**Таблица 1.** Химический состав и свойств порошков

| Характеристики | Исходные материалы | |
|---|---|---|
| | Лист алюминия марки АМг5М ( ГОСТ 21631-76 ) | Б83 (ГОСТ 1320-74) |
| Химический состав, мас. % | Al – 91,9…94,68, Mg – 4,8…5,8, Mn – 0,5…0,8, Fe – 0,5, Si – 0,5, Ti – 0,02…0,1, Cu – 0,01 | Sn − 10…12, Cu − 5,5…6,5, остальное − Sb, примеси до 0,56 % |
| Дисперсность, мкм | 75…110 | 60…120 |
| Средний размер частиц, мкм | 85 | 80 |
| Средний фактор формы | 0,5 | 0,6 |
| Насыпная плотность, кг/м3 | 960 | 4150 |
| Микротвердость, МПа | $H_{\mu 50}$ = 552 | $H_{\mu 20}$ = 190 |

сти методом горячего прессования [6]. Экономическая эффективность разработки заключается в сокращении в 7-10 раз затрат электроэнергии за счет отсутствия стадии промежуточного спекания и снижении себестоимости изделий на 25-30%. Применение технологии является перспективной для внедрения на судоремонтных предприятиях и может быть использована для изготовления и восстановления запорной арматуры грузовых систем (клапанов, фланцев, поршней и проч.). Перспективы дальнейших исследований связаны с проведением экспериментальных работ по спеканию измельченной стружки алюминия с порошком титана.

**Вывод:** Получены порошки методом измельчения технологических отходов алюминия лист марки АМг5М и баббита Б83 с гранулометрическим составом 85 и 80 мкм и фактором формы 0,5.

**Литература:**

1. Валицкая, О. М. Подготовка стружки к переплавке [Текст] / О. М. Валицкая, Т. М. Заяц // Литье и металлургия, 2000, № 3 (52). – С. 196 – 199. 2. Гарост, А. И. Решение технологических и материаловедческих задач при переработке замасленной стружки [Текст] / А. И. Гарост // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки», Луцьк, 2011, Випуск № 32. – С. 74 – 78. 3. Технологии получения порошковых деталей из отходов промышленности [Текст] / Л. А. Рябичева, Ю. Н. Никитин, Н. В. Белашицкий, А. Г. Баранов, О. П. Гапонова // Материалы Междунар. научной конф. «Современные достижения в теории и технологии пластической обработки металлов», Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб, 2007. – С. 293 – 296. 4. Технология получения порошка из алюминиевой стружки [Текст] / Л. А. Рябичева, Н. В. Белошицкий, А. И. Добрыднева, Е. В. Войнова // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні, 2013, № 1. – С. 134 – 140. 5. Пяста, М. П. Проблеми чорної металургії як одного з лідируючих секторів української економіки [Текст] / М. П. Пяста // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. – Львів, квітень Львівська політехніка, 2015. – С. 61 – 62. 6. Пат. 97311 на корисну модель МПК B22F3/14. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні виробу [Текст] / Ю. О. Казимиренко; заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – u 2014 09819 МПК B22F3/14; заявл. 08.09.2014; опубл. 10.03.2015; Бюл. № 5.

УДК 621.793.7

# ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО МЕТОДУ НАПИЛЕННЯ

**Автори:** Дубовий О. М., Карпеченко А. А., Бобров М. Н., Лимарь О. О.,
*Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв*

Підвищення надійності морського та річкового транспорту, забезпечення його конкурентоспроможності, а також подовження ресурсу роботи є актуальною невирішеною проблемою в сучасному суднобудуванні. Одним з найбільш пріоритетних і кардинальних шляхів вирішення цих проблем є нанесення на поверхні деталей і конструкцій захисних покриттів. Серед різних способів їх отримання однією з найбільш доцільних є група газотермічних методів напилення, таких як газополуменеве, детонаційне, електродугове та плазмове.

У світовій практиці все більша увага приділяється електродуговому методу напилюванню (ЕДН). Це обумовлено багатьма перевагами методу: високою продуктивністю та технологічністю, просторою обладнання, максимальними значеннями енергетичного ККД розпилення і коефіцієнту використання матеріалу та низькою вартістю.

Аналіз ефективності сучасних способів підвищення фізико-механічних властивостей електродугових покриттів [1, 2, 3] показав, що основний результат їх застосування полягає переважно у забезпеченні високих енергетичних параметрів напилюваних частинок та зменшенні їх розмірів. Також слід відмітити проведення термічної обробки покриттів, що при невеликій вартості та простоті обладнання забезпечує отримання комплексу підвищених фізико-механічних властивостей.

Мета роботи полягає у встановленні перспектив розвитку електродугового методу напилення.

Для досягнення поставленої мети виконано аналіз конструкцій електродугових розпилювачів. В результаті аналізу встановлено їх недоліки і запропоновано пристрій [4] (рис. 1) для подачі порошку у високотемпературний струмінь, який дозволив формувати композиційні покриття і регулювати у широкому діапазоні концентрацію порошкових частинок у їх структурі. Крім цього завдяки розробленого пристрою створюється можливість покращення якості електродугових покриттів за рахунок збільшення швидкості частинок у високотемпературному струмені та зменшення кута його розкриття, що забезпечує підвищення коефіцієнту використання матеріалу при напиленні і зменшення пористості. Модернізація розпилювача дозволила отримувати якісні металеві, металополімерні, металокерамічні, металоскляні композиційні електродугові покриття.

Для здрібнення мікроструктури та підвищення густини електродугових покриттів розроблено джерело високовольтних високочастотних імпульсів, які накладаються між розпилювачем та виробом на який здійснюється напилення. Встановлені оптимальні параметри режиму роботи джерела імпульсів, які дозволяють здрібнювати та прискорювати частинки металу

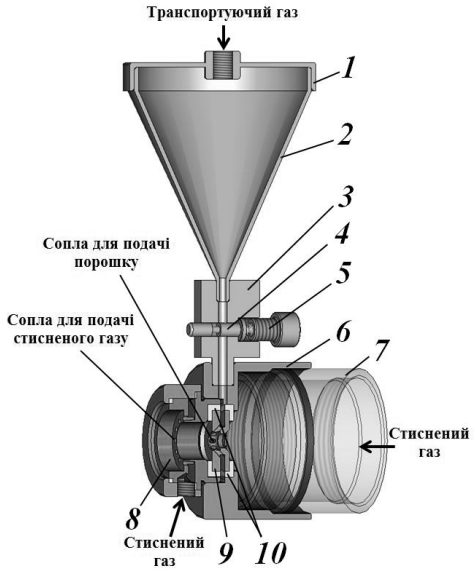



**Рис. 1** Пристрій для подачі порошку у високотемпературний струмінь:
1. Кришка бункера; 2. Бункер; 3. Дозуючий пристрій; 4. Важіль керування дозуючим пристроєм; 5. Пружина з гвинтом регулювання дозуючим пристроєм; 6. Корпус ковпака; 7. Перехідник; 8. Захисний екран; 9. Сопло; 10. Ізолятори

у високотемпературному гетерофазному струмені [5]. Так при формуванні електродугового покриття з дроту Св-08Г2С середній діаметр частинок зменшується з 84 мкм до 54 мкм, а їх середня швидкість збільшується на 10 % в порівнянні з напиленням за традиційною технологією (без накладання імпульсів), що приводить до зменшення пористості з 6 до 3 %, збільшення величини деформації ламелей у покритті з 83 до 87 %. Електродугове напилення з використанням електроімпульсної дії на оптимальних параметрах забезпечує підвищення міцності зчеплення покриттів з основою на 30 %, зносостійкості в 1,7 раз, зменшення коефіцієнту теплопровідності на 12 %.

Для подальшого підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей електродугових покриттів з дроту Св-08Г2С напилених з використанням електроімпульсної дії визначено оптимальний режим передрекристалізаційної термічної обробки [6], який полягає у нагріванні до температури 400 °С, витримці протягом 1 хв та охолодженні на повітрі, що забезпечує підвищення твердості в середньому на 15 % у порівнянні з аналогічно термообробленими покриттями, нанесеними за традиційною технологією, за рахунок формування субзерен наномасштабного розміру.

Висновок. Таким чином перспективними напрямами розвитку електродугового методу напилення є створення вдосконаленої конструкції розпилювача щодо отримання композиційних і більш якісних металевих покриттів, додаткове здрібнення та прискорення частинок за рахунок електроімпульсної дії на високотемпературний гетерофазний струмінь, що дозволяє форму-

вати покриття з більш здрібненою і щільною структурою та подальша їх передрекристалізаційна термічна обробка, що приводить до підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей покриттів.

**Список використаної літератури:**

1. **Витязь, П. А.** Теория и практика нанесения защитных покрытий [Текст] / П. А. Витязь, В. С. Ивашко, А. Ф. Ильющенко и др. // – Мн.: Беларуская навука, 1998. – 583 с.
2. **Кудинов, В. В.** Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование [Текст] / В. В. Кудинов, Г. В. Бобров // – М.: Металлургия, 1992. – 250 с.
3. **Мчедлов, С. Г.** Газотермическое покрытие в технологии упрочнения и восстановления деталей машин [Текст] / С. Г. Мчедлов // Сварочное производство. – 2007. – № 10. – С. 35 – 45.
4. **Дубовий О. М.** Вдосконалення електродугового розпилювача щодо підвищення якості отримуваних композиційних покриттів [Текст] / О. М. Дубовий, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров // Матеріали V міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". – Миколаїв: НУК, 2014. – С. 180 – 183.
5. **Дубовой А. Н.** Повышение эксплуатационных свойств электродуговых и плазменных покрытий электроимпульсным воздействием на двухфазный высокотемпературный поток [Текст] / А. Н. Дубовой, А. А. Карпеченко, М. Н. Бобров // Автоматическая сварка. – 2014. – № 8 (734) – С. 39 – 43.
6. **Дубовой А. Н.** Улучшение эксплуатационных свойств напыленных покрытий электроимпульсным воздействием на двухфазный высокотемпературный поток с последующей термической обработкой [Текст] / А. Н. Дубовой, А. А. Карпеченко, М. Н. Бобров // Зб. наук. праць НУК. – 2014. – Вип. 4. – С. 60 – 64.

УДК 669.017.1:621.7.016.6

# СТРУКТУРНАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ ПРИ ОБЪЕМНОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВАЦИИ СПЛАВОВ

**Автор:** Волков Г.В.

Формирование структурного состояния сплавов связано с технологическими аспектами получения заготовок (металлургические процессы, литейные технологии, объемная обработка давлением и др.), режимов термической обработки (предварительных и окончательных), режимов окончательных упрочняющих обработок (нанесение защитных покрытий, поверхностная пластическая деформация (ППД) и т.п.).

В данной работе под объемной активацией сплавов рассматривается вопрос подготовки расплава к кристаллизации за счет внешнего физического воздействия электрогидроимпульсной обработкой (ЭГИО). Поверхностная активация материала осуществлялась методами ППД, в частности обкаткой роликами с разной степенью обжатия.

Основной целью данной работы было изучение структурной наследственности в сплаве подвергнутом активации методом ЭГИО в жидком состоянии на процессы структурообразования при кристаллизации, при последующих технологических операциях и поверхностной активации методом обкатки роликами перед окончательным этапом химико-термической обработки (азотированием).

Проведенными ранее исследованиями установлено, что активация расплава широким частотным спектром импульсов давления при ЭГИО обеспечивает интенсивное перемешивание жидкости в разливочном ковше, приводит к перераспределению легирующих и примесных элементов, удалению неметаллических включений и растворенных в расплаве газов. Эти факторы воздействия на расплав изменяют кинетику процессов кристаллизации и таким образом приводят к увеличению числа зародышей кристаллизации и скорости их роста, а, следовательно, к измельчению литой структуры. Такие структурные изменения наследуются при последующих технологических операциях.

В данной работе серия экспериментов проведена на заготовках из стали 20, полученных методом центробежного литья. Структура контрольного и опытного металла в литом состоянии и после стандартного отжига представлена на рис. 1. В результате обработки расплава наблюдается измельчение структурных составляющих, которое наследуется и на этапе предварительной термической обработки (см. рис. 1, в, г).

В дальнейшем образцы из стали 20 подвергали улучшению (закалка с высоким отпуском), поверхностной пластической деформации (ППД) с различными степенями обжатия, а в последствии – газовому азотированию. На рис. 2 приведена структура поверхности в образцах, полученных при ППД и азотировании. Обращает на себя внимание тот факт, что опытный

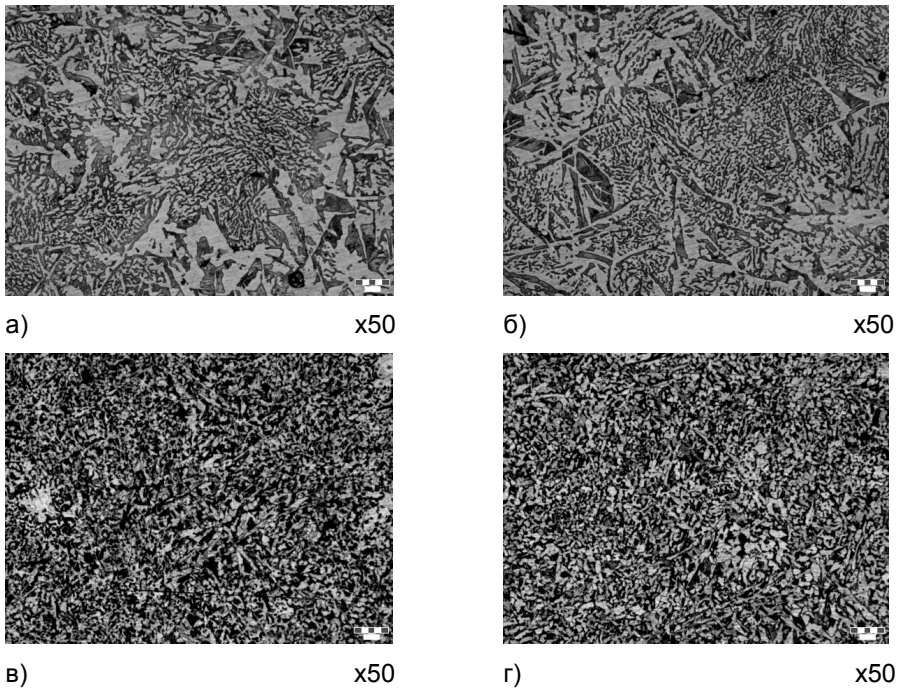



**Рис. 1** Структура стали 20 в литом (а; б) и термообработанном (в; г) состоянии; а; в) – контрольный металл, б; г) – опытный металл.

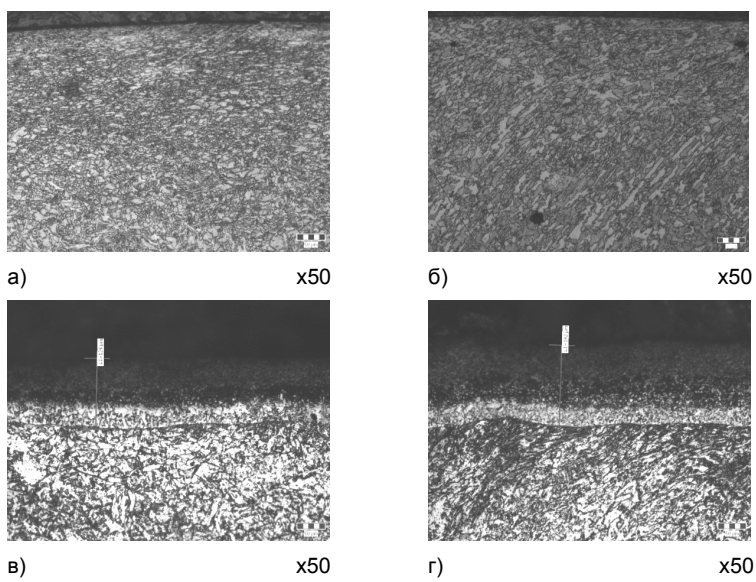



**Рис. 2** Микроструктура контрольного (а, в) и опытного (б, г) металла после ППД (а, б) и азотирования (в, г).

металл обладает большей деформационной способностью по сравнению с контрольным металлом (см. рис.2, а, б). Микротвердость поверхностного слоя за счет ППД возрастает в контрольном металле на 50%, а в опытном металле – на 57%.

Последующее азотирование также показало проявление структурных наследственных признаков, что наблюдается в микроструктуре опытного металла под азотированным слоем (см. рис. 2, г). Глубина азотированного слоя в опытном металле увеличивается на 10 – 15% по сравнению с контрольным металлом, а степень упрочнения поверхности (отношение микротвердости поверхности к микротвердости основы, выраженное в процентах) составила 215% и 245% для контрольного и опытного металла, соответственно.

Таким образом, результаты комплексных исследований по изучению влияния активации расплава при подготовке к кристаллизации методом ЭГИО на структурную наследственность стали 20 показали, что избыточная энергия, введенная в расплав на предразливочной стадии, усваивается жидкой системой. Заложенная в расплав информация фиксируется структурными элементами и сохраняется до температур фазовых переходов в жидком (температуры ликвидус, солидус) и в твердом состоянии, а также наследуется при последующих технологических воздействиях. Поверхностная активация способствует увеличению глубины и микротвердости азотированного слоя. Такое проявление структурной наследственности на разных этапах изготовления деталей является существенным резервом в повышении эксплуатационных характеристик обрабатываемых сплавов.

УДК 621.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ СТАЛИ 65Г С АЛЮМОСИЛИКАТНЫМИ ПОЛЫМИ МИКРОСФЕРАМИ

**Авторы:** Лебедева Н.Ю., Карпеченко А.А., Казимиренко Ю. А. Бобров М.Н., Трофименко Ю. Г.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Электродуговое напыление является одним из перспективных методов формирования покрытий на поверхности изделий, достоинствами которого являются простота, технологичность, высокие производительность и коэффициент использования материала. Относительная стоимость электродуговых покрытий в 3-10 раз ниже, чем у покрытий, полученных другими методами газотермического напыления, энергетический КПД и коэффициент использования материала может достигать 0,7…0,9. В работе [1] предложен модернизированный узел электродугового распылителя для нанесения композиционных покрытий, что дает возможность формирования металлокерамических и металлостеклянных покрытий. В работе [2] показано, что введение в состав металлических покрытий полых стеклянных микросфер приводит к повышению эксплуатационных характеристик.

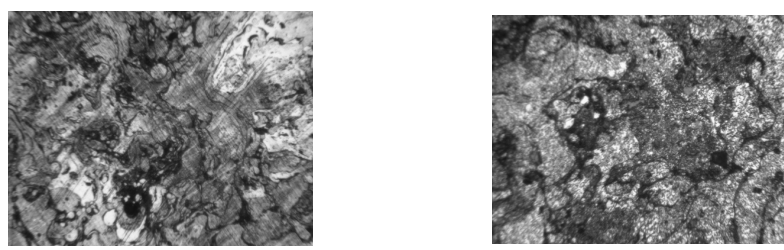
Цель работы заключается в исследовани возможности получения электродуговых покрытий из стали 65Г с полыми алюмосиликатными микросферами.

Алюмосиликатные микросферы представляют собой стеклокристаллические микросферы размером в среднем от 5-50 мкм до 400-500 мкм. Уникальное сочетание таких свойств, как низкая плотность, высокая механическая прочность, термостабильность и химическая инертность, обеспечили широкий спектр применения алюмосиликатных микросфер за рубежом в качестве теплоизоляционных материалов, радиопрозрачных керамик, наполнителей композиционных материалов и специальных видов цемента. Наряду с этим, алюмосиликатные микросферы являются также перспективным сырьем для получения на их основе катализаторов, адсорбентов и капсулирующих материалов, способных функционировать в условиях воздействия агрессивных сред и высокой температуры.

Для формирования покрытий спользовали цельнотянутую сварочную проволоку марки 65Г (ГОСТ 9389-75). В качестве дисперсного наполнителя в состав электродугового покрытия вводили полые аюмосиликатные микросферы марки. Насыпная плотность алюмосиликатной микросферы - 320-450 кг/м3. Плотность материала оболочки микросферы - 2 450 кг/м3., предел прочности на сжатие - 15-29 МПа. Алюмосиликатные микросферы не теряют свойств до температур, превышающих 1300 °С. Температура плавления - не ниже 1400-1600 °С. Твердость оболочки по шкале Мооса 5-6.

Напыление осуществляли при помощи установки КДМ-2 с усовершенствованным электродуговым аппаратом ЭМ-14М для нанесения композиционных покрытий [8]. Стальную подложку из стали Ст 3 предварительно подвергали 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. Средняя толщина покрытий составляла1,5 мм.

Из полученных образцов изготавливались микрошлифы. Исследование микроструктуры проводилось на микроскопе ММР-2Р. Фотографии микроструктур представлены рис. 1.



*а)* *б)*

**Рис. 1.** Микроструктуры покрытий : а − 65Г; б − 65Г + $Al_2O_3$, х370

Твердость напыленных покрытий измерялась по методу Виккерса на приборе ТП. Твердость покрытия из 65Г составила 3200 МПа, а покрытия с алюмосиликатными микросферами 4100 МПа.

**Вывод:** Определена возможность получения покрытий из проволоки 65Г с алюмосиликатными полыми микросферами, что дает возмохность в дальнейшем иследовать влияние состава покрытия на износостойкость, твердость и теплопроводность.

**Литература:**

1. **Карпеченко А.А.** Электродуговое напыление металлокерамических и металлостекляных покрытий [Текст] / А.А. Карпеченко // Автоматическая сварка № 4 С. 31 – 34.

2. **Казимиренко, Ю. А.** Формирование электродуговых покрытий с повышенной прочностью, демпфирующей способностью и коэффициентом поглощения ионизирующих излучений [Текст] / Ю.А. Казимиренко, Н.Ю. Лебедева, А.А. Каопеченко, А.А. Жданов // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки», Луцьк, 2013, Випуск № 41. – С. 117 – 121.

УДК 621.793.7

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ГЕТЕРОФАЗНУЮ СТРУЮ

**Авторы:** Дубовой А.Н., Карпеченко А.А., Бобров М.Н., Лимарь А.А.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Проблема повышения ресурса работы деталей судовых механизмов достаточно актуальна. Одним из наиболее приоритетных и кардинальных путей ее решения является нанесение защитных покрытий. Из числа широко применяемых технологий их напыления в последние годы интенсивное развитие получила группа газотермических методов, среди которых наиболее производительными и универсальными являются электродуговой и плазменный. Однако нанесенные покрытия обладают рядом недостатков, основные с которых: высокая пористость и низкая прочность сцепления. Одно из наиболее перспективных направлений обеспечения их повышенного качества и свойств заключается в использовании импульсного воздействия на процесс напыления, в частности электрического.

Цель данной работы – исследование возможности повышения физико-механических свойств электродуговых и плазменных покрытий электроимпульсным воздействием на гетерофазную струю.

Исследовали электродуговые покрытия из проволоки Св-08Г2С и плазменные покрытия из порошка марки ПГ-19М-01. Электроимпульсное воз-

действие (ЭИВ) накладывали на гетерофазную струю путем подключения к распылителям по прямой схеме высоковольтного источника. Оптимальные режимы ЭИВ выбраны в работе [1] и для электродугового напыления составляют: частота импульсов – 6,5 кГц, амплитуда – 5 кВ; для плазменного: частота – 5 кГц, амплитуда – 5 кВ.

Применение таких амплитудно-частотных параметров ЭИВ обеспечивает повышение твердости электродугового покрытия на 35% и плазменного на 20% с одновременным уменьшением пористости с 6% до 3% и с 8% до 5% соответственно (рис. 1 а,б). Также наблюдается уменьшение коэффициента теплопроводности в среднем на 10%. Измерения прочности сцепления полученных покрытий по штифтовой методике выявили увеличение данной характеристики для электродугового покрытия на 30%; для плазменного – на 20%. (рис. 1 в). При исследовании площади отрыва испытуемых образцов установлено повышение количества очагов схватывания напыляемых частиц и, как следствие, увеличение площади фактического контакта покрытия с подложкой.

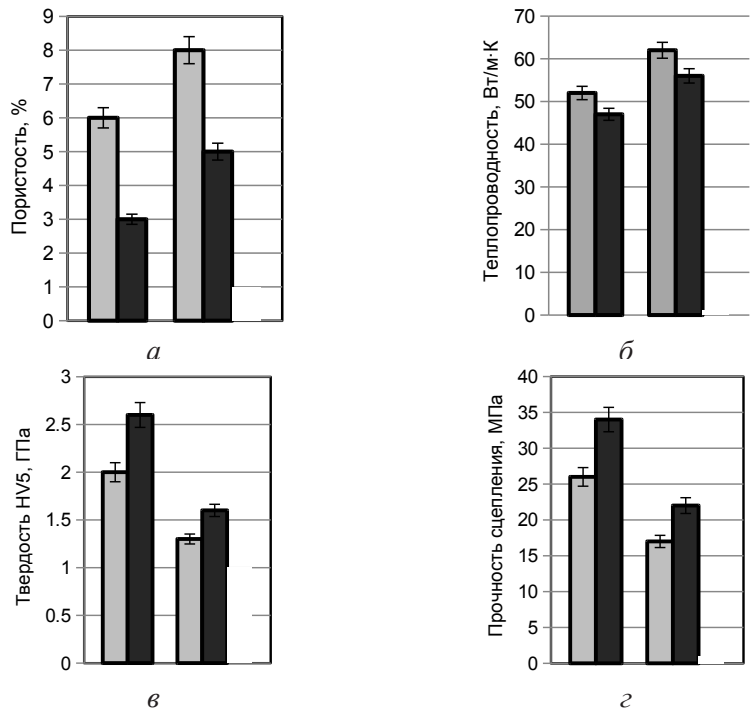



**Рисунок 1.** Результаты определения пористости (а), теплопроводности (б), твердости (в) и прочности сцепления (г) электродуговых из проволоки Св-08Г2С (1) и плазменных из порошка ПГ-19М-01 покрытий (2):  – напыление по традиционной технологии,  – с использованием ЭИВ на оптимальных амплитудно-частотных параметрах

Для определения эксплуатационных характеристик покрытий провели испытания на износостойкость по схеме «ролик-колодка» в режиме огра-

ниченной смазки. В результате установлено, что использование ЭИВ при электродуговом и плазменном напылении обеспечивает повышение износостойкости покрытий из указанных материалов в 1,7 и 1,5 раза соответственно.

Таким образом, применение ЭИВ позволяет повысить физико-механические свойства электродуговых и плазменных покрытий на 20…30% с одновременным увеличением износостойкости в 1,5…1,7 раза.

**Список использованной литературы.**

1. Дубовой А.Н. Повышение эксплуатационных свойств электродуговых и плазменных покрытий электроимпульсным воздействием на двухфазный высокотемпературный поток [Текст]/ А.Н. Дубовой, А.А. Карпеченко, М.Н. Бобров // Автоматическая сварка, 2014. – №8(734) – С.39 – 43.

УДК 621.7

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ ПОРОШКОВИХ ПОКРИТТІВ З НАНОСТРУКТУРНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

**Автор:** Янковець Т.А.,
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

Проблема захисту металів від корозії та зносу була й залишається найбільш актуальною міжгалузевою науково-технічною проблемою. Застосування різних типів захисних покриттів дозволяє збільшити термін служби і підвищити надійність роботи деталей машин і інструменту. Властивості матеріалів і покриттів із них у значній мірі визначаються структурними елементами. Основною структурною одиницею покриття є частинка, яка напилюється. Одним із способів підвищення фізико-механічних властивостей напилених покритів є отримання дрібнозернистої структури (з наномасштабними структурними елементами) останніх. Але існуючі способи отримання наноструктурних елементів у покриттях мають суттєві недоліки, які пов'язані зі спеціальною клопіткою підготовкою порошків або потребують модернізації обладнання і технології напилення. Тому, розробка енергозберігаючих технологічних основ отримання плазмових покриттів з наноструктурними елементами є актуальною проблемою сьогодення, що може допомогти вирішенню задач, пов'язаних з комплексним підходом до питань управління структурою та властивостями захисних покриттів. Для досягнення поставленої мети досліджено можливості оптимізації та зниження електричної потужності процесу плазмового напилення покриттів; досліджено вплив розміру і форми частинок порошку на процес формування та властивості напилених покриттів; досліджено вплив додаткової термічної обробки напилених покриттів на їх структуру та фізико-механічні властивості.

Теоретичною і методологічною основою дослідження є розробки іноземних вчених в галузі отримання газотермічних покриттів з нанострук-

турними елементами. Для розробки узагальненої математичної моделі двофазного плазмового струменя використовувалися методи математичного моделювання. Дослідні зразки отримано методом плазмового напилення покриттів на установці «Київ-7»; для визначення та отримання структури були використані методи металографічного аналізу та мікроструктурних досліджень з використанням оптичної та електронної мікроскопії; дослідження властивостей плазмових покриттів здійснювалося згідно з вимогами Держстандартів.

Для обґрунтування та висвітлення особливостей поставлених задач було проведено огляд наукової літератури щодо складу, способів отримання та галузей застосування плазмових покриттів, проаналізовано можливості оптимізації та зниження електричної потужності процесів плазмового напилення за допомогою математичного моделювання, вивчено вплив розміру і форми частинок порошку на процес формування та властивості напилених покриттів, проаналізовано можливості отримання і застосування плазмових покриттів з наноструктурними елементами.

В ході експериментальних досліджень отримані наступні результати:

1. Проведений аналіз існуючих технологій отримання функціональних плазмових покриттів, довів необхідність розробки нових енергозберігаючих технологічних основ отримання плазмових покриттів з наноструктурними елементами.

2. З метою зниження електричної потужності та оптимізації параметрів процесу плазмового напилення покриттів було розроблено узагальнену математичну модель двофазного плазмового струменя, використання якої дозволяє оптимізувати процес нанесення покриттів і знизити потреби електроенергії [1]. На основі розробленої математичної моделі створено програму для розрахунку та оптимізації параметрів процесу плазмового напилення покриттів.

3. Встановлено вплив форми та розміру частинок порошку на процес формування та властивості напилених покриттів. Не залежно від методу отримання і розміру фракції порошків, після сухого просіювання у них є губчасті, пластинчасті, угловаті і округлі форми частинок. Чим менший розмір фракції, тим більша доля часток з округлою формою. Врахування розподілу частинок порошку за розміром і фактором форми призводить до зміни розрахункової електричної потужності на величини до 14 % і впливає на підлітну швидкість частинок [2].

4. Встановлена можливість формування зміцнюючих та знижуючих теплопровідність структурних елементів в напилених покриттях за допомогою термічної обробки без аморфотизації структури. Вибрано оптимальні режими термічної обробки напилених покриттів із нікелю ПНК-2К10 та неіржавіючої сталі ПХ18Н15, які відповідно складають: 480 °С – витримка 5 хвилин і 880 °С – 1,5 хвилини і забезпечують підвищення твердості на 30 – 70 % і зниження теплопровідності на 30 %. Встановлено, що підвищення температури термічної обробки напилених покриттів призводить до підвищення зміцнюючого ефекту при зменшенні тривалості ви-

тримки. Збільшення підлітної швидкості частинок порошку теж призводить до підвищення зміцнюючого ефекту при однакових параметрах термічної обробки [3].

**Література.**

1. **Дубовий, О.М.** Математична модель плазмового струменя та її практичне застосування для визначення режимів плазмової обробки металів [Текст] / Дубовий О.М., Янковець Т.А. // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2004. – № 6 (399). – С. 43 – 50.

2. **Дубовий, О.М.** Дослідження впливу розміру і форми частинок порошку на електричну потужність процесу плазмового напилення покриттів [Текст] / Дубовий О.М., Янковець Т.А. // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2006. – № 3 (408). – С. 79 – 85.

3. **Дубовий, О.М.** Дослідження можливостей підвищення фізико-механічних властивостей напилених покриттів [Електронний ресурс] / Дубовий О.М., Янковець Т.А., Шкурат С.І. , Жданов О.О. // Вісник Національного університету кораблебудування. – Миколаїв: НУК, 2010. - № 2. – С. 49-54.

УДК. 620.22:621.78

## ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ НОЖІВ ЖНИВАРОК ДЛЯ ЗБИРАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЮ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

**Автори:** Жданов О.О., Лимарь О.І.,
*Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв*

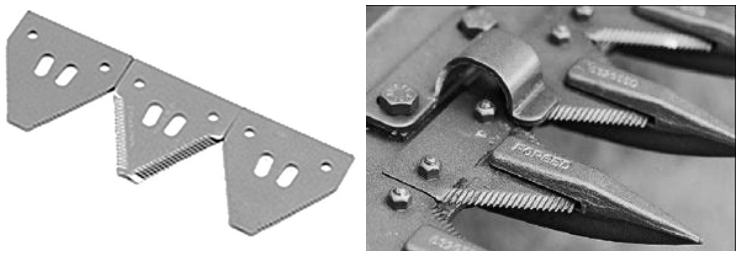
Обробка деталей машин пластичною деформацією є одним з найпростіших і ефективних методів зміцнення. Дана обробка підвищує міцність втоми, контактну витривалість і зносостійкість деталей і тим самим збільшує довговічність машин і устаткування. В результаті деформації змінюються мікроструктура та властивості металу: підвищується його твердість і міцність, а показники пластичності зменшуються.

В роботах [1-2] встановлена можливість підвищення фізико-механічних властивостей пластично деформованих металів і сплавів за рахунок здрібнення структури в процесі передрекристалізаційної термічної обробки.

Метою даної роботи є дослідження можливості підвищення ресурсу роботи ножів жниварок зі сталі У8 для збирання сільськогосподарської продукції передрекристалізаційною термічною обробкою.

На сьогоднішній день ножі жниварок для збирання сільськогосподарської продукції виготовляють зі сталі У8 методом штамповки та піддають подальшій термічній обробці: з початку відпалу з метою знаття явища наклепу, та наступному гартуванню в масло в поєднані з середнім відпуском на повітрі з метою підвищення твердості і ударної в'язкості. (рис. 1).

У результаті досліджень запропоновано режим передрекрісталізаційної термічної обробки ножів жниварок із сталі У8, для збирання



*а)* *б)*

**Рис. 1** Ножі жаток: а - загальний вигляд; б - ножі в зборке

**Таблиця 1.**

Значення показників міцності ножів зі сталі У8 для збирання сільськогосподарської продукції в залежності від виду обробки

| Вид обработки | HRC | $\sigma_в$, МПа |
|---|---|---|
| Гартування 780 °С в масло<br>Відпуск 400 °С на повітрі | 37 | 710 |
| Деформація 60 % з наступною перед рекристалізаційною термічною обробкою при 500 °С, протягом 2 хвилин | 45 (+22) | 815 (+15) |

сільськогосподарської продукції. Який полягає в нагріванні ножів жниварок після штамповки до 500 °С, витримці при цій температурі протягом 2 хвилин і охолоджені на повітрі зі швидкістю 5 °С/с.

Результати досліджень наведено в табл.1

З наведених у табл.1 даних видно, що передрекристалізаційна термічна обробка при 500 °С, з витримкою 2 хвилин дозволяє підвищити показники твердості ножів жниварок зі сталі У8 на 22% і межу міцності на 15% в порівняні з традиційною технологією зміцнення (при чому показники пластичності залишаються незмінними). Це дозволило збільшити ресурс роботи ножів жниварок зі сталі У8 для збирання сільськогосподарських продукції до 40%.

Таким чином, показано можливість підвищення ресурсу роботи ножів жниварок зі сталі У8 для збирання сільськогосподарських культур шляхом проведення після операції штамповки передрекристалізаційної термічної обробки при температури 500 °С з витримкою при цій температурі протягом 2 хвилин. Запропонований режим передрекристалізаційної термічної обробки впроваджено у фермерському господарстві «Покровські ворота» села Покровка Миколаївської області.

## Список літератури

1. **Дубовий О. М.** Вплив деформації та легуючих елементів на твердість сталей і напилених покриттів після передрекристалізаційної термічної об-

робки / О. М. Дубовий, С. Г. Кулік, О. О. Жданов, М. М. Бобров, О. І. Мирко // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв: НУК. –2011. – № 2. – С. 36-44.

2. **Патент № 95378 Україна МПК C21D 8/00 C21F 1/00** Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів / Дубовий О.М., Лебедєва Н.Ю., Янковець Т.А., Казимиренко Ю.О., Жданов О.О., Бобров М.М.; заявник та патентовласник Національний університет кораблебудування. – №a201002248; заявл. 01.03.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.

УДК.620.22

## ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ФОРФАСОВ ИЗ СТАЛИ AISI 304 В ВОДНОЙ СРЕДЕ

**Авторы:** Шкурат С. И., Жданов А. А.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

В работе представлены результаты исследования коррозионного повреждения пивного форфаса изготовленного из нержавеющей стали AISI 304.

Пивной форфас представляет собой сварную емкость предназначенную для накопления и кратковременного хранения готового продукта перед его разливом. Согласно ТУ, форфас изготавливают из листовой нержавеющей стали толщиной 8 мм.

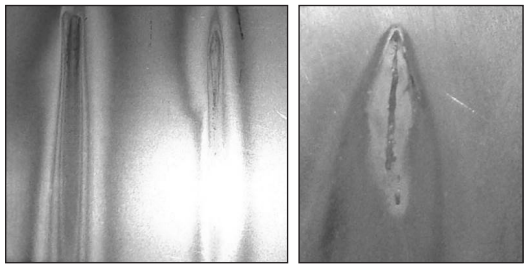
Целью роботы было определить характер и причину возникновения коррозионных повреждений пивного форфаса из нержавеющей стали AISI 304.

Исследование проводилось методами металлографического макро- и микроанализа, оптической микроскопии и металлографии.

В результате исследований установлено, что коррозионные повреждения форфаса возникли после пробной эксплуатации при заполнении водой в течение двух месяцев. При визуальном осмотре внутренней поверхности заметны множественные участки местной коррозии имеющие вид протяженных в вертикальном направлении ржавых пятен размером 300-1500 на 50-150 мм. Внешний вид типичных очагов коррозии представлен рис. 1 а. В верхней части коррозионного пятна обнаруживается питтинг рис.1 б.

Для более детального исследования в области образования питтингов были вырезаны образцы, включающие собственно сам питтинг и прилегающие участки. Питтинги имеют размеры: длина от 5 до 30 мм, ширина 1-2 мм, глубиной до 2,5 мм. Основной металл имеет выраженную волокнистую мелкокристаллическую структуру типичную для катанного металла, направление волокон совпадает с продольным расположением питтингов (рис.2).

Характерное расположение питтингов вдоль волокон металла указывает на то, что причиной возникновения очага коррозии послужила неоднородность металла (неметаллические включения) сформировавшаяся при прокатке. Макроанализ распределения серы по Бауману в зоне питтинга также подтверждает наличие сульфидов непосредственно в области образования питтинга. Характерная ориентация очагов коррозии и присутствие серы непосредственно в области очага указывает на причину их возникновения, а



*а)* *б)*

**Рис. 1.** Коррозионное повреждение форм-фаса: а – типичных участков коррозионного повреждения внутренней поверхности форфаса; б – питтинг в верхней части коррозионного пятна.



**Рис. 2.** Волокнистая структура основного металла (× 200).

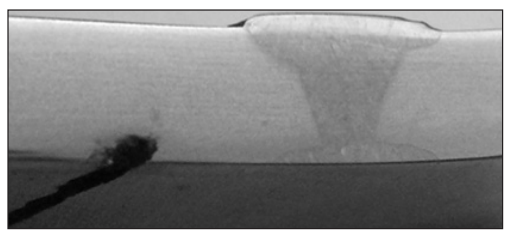


**Рис. 3.** Поперечный шлиф в области питтинга и сварного соединения.

именно неоднородность металла – наличие строчечных неметаллических включений с выходом на поверхность.

Исследование поперечного шлифа относительно питттинга расположенного в непосредственной близости от сварного соединения (рис. 3.) показало, что очаг коррозии расположен вне зоны термического влияния сварного соединения, что позволяет в данном случае исключить влияние сварки на возникновение очагов коррозии.

Таким образом можно сделать заключение, что характерная ориентация очагов коррозии и присутствие серы непосредственно в области очага указывает на причину их возникновения, а именно неоднородность металла – наличие строчечных неметаллических включений с выходом на поверхность.

**Список использованной литературы:**

1. **Лахтин, Ю.М.** Материаловедение [Текст] / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева – М.: Машиностроение, 1990. – 359 с.
2. Металлография железа. [Текст] / Спр. в 2-х томах. пер. с английского. под ред. Ф. Н. Тавадзе – М.: Металлургия,1972. – 530 с.
3. **Семенова, И.В.** Коррозия и защита от коррозии [Текст] / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
4. **Жук, Н.П.** Курс теории коррозии и защиты металлов [Текст] / Н.П Жук. – М: Металлургия, 1976. – 473 с.

УДК 519.816:620.168

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РАДИОАКТИВНЫХ ГРУЗОВ

**Авторы:** Казимиренко Ю. А. , Фарионова Т. А.

*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова г. Николаев*

Одним из перспективных направлений судостроения является строительство специализированных судов и плавучих сооружений, предназначенных для перевозки и хранения радиоактивных грузов, большинство из которых представляют вещества низкой и средней активности [1]. Конструктивные мероприятия по повышению безопасности включают проектирование конструкций биологической защиты (БЗ), представляющих собой составной или стационарный панельный экран, изготовленный из материалов с разными свойствами. Повышение эффективности эксплуатации конструкций БЗ достигается за счет формирования защитного композиционного слоя, который может быть изготовлен в виде горячепрессованных алюмоматричных плиток или нанесен с помощью электродугового напыления [2, 3]. Толщина защитного композиционного слоя конструкций БЗ является важным геометрическим параметром, обеспечивающим уровень защиты конструкции от действия излучений грузов, поддержание необходимого теплового состояния в грузовой зоне и определяющим массогабаритные показатели конструкций, соответствующие материально-технические затраты и стоимостные показатели.

Цель работы: на основе методов экспертной оценки разработать механизм оценки толщины защитного слоя конструкций БЗ судов и плавучих сооружений, предназначенных для перевозки и кратковременного хранения радиоактивных грузов низкой и средней активности.

Определение комплексной оценки толщины защитного слоя является многокритериальной слабоструктурированной задачей и зависит от энергетических факторов перевозки грузов (суммарной активности грузов, мощности остаточного энерговыделения), физических и технологических свойств материалов и покрытий. Для решения подобных многокритериальных задач применяются методы экспертных оценок, основанные на теории полезности, и когнитивное моделирование.

Основные этапы исследований включают: определение ограничений параметров толщин, исходя из экспериментально полученных значений свинцового эквивалента разработанных композиционных материалов и покрытий [3]; анализ технологических ограничений при формировании защитного слоя конструкций; выбор наилучшей из альтернатив с помощью экспертного метода, а именно анализа иерархий, построение когнитивной

модели для определения взаимного влияния конструктивных и эксплуатационных факторов.

В основу выбора толщины защитного слоя положены результаты экспериментальных исследований рентгенозащитных свойств разработанных композиционных материалов и покрытий [3], где наиболее информативным параметром является свинцовый эквивалент − толщина слоя свинца, обеспечивающая такую же защиту, что и рассматриваемые альтернативные материалы. Требуемую толщину защитного слоя из свинца (до 3 мм) обеспечивают толщины разработанных материалов и покрытий в диапазоне 4…6 мм, в зависимости от состава. Исходя из соблюдений необходимых условий теплообмена, данная величина увеличивается до 10 мм. Помимо физических параметров на выбор толщины влияют технологические ограничения: для электродуговых покрытий принят диапазон 0,1…2 мм, для композиционных плиток 10…50 мм.

Для комплексной оценки толщины защитного слоя был использован метод анализа иерархий (МАИ). В качестве альтернатив $A_j$ выбраны значения толщины защитного слоя в диапазоне числовых значений 1…10 мм. Критериями оценки являются: К1 – факторы, обеспечивающие суммарную активность перевозимых грузов, К2 – факторы, обеспечивающие отвод тепла из грузовой зоны, К3 – факторы, обеспечивающие технологические ограничения. Анализируемыми параметрами соответственно являются кратность ослабления ионизирующих излучений; коэффициент теплоотдачи с поверхности конструкций, Вт/м$^2$; прочность сцепления защитного композиционного слоя со стальной поверхностью, МПа. Полученные результаты расчетов показали, что наилучшей альтернативой, обеспечивающей заданные условия эксплуатации, является толщина защитного слоя 4,5 мм.

Разработаны когнитивные модели, позволяющие установить закономерности влияния толщины защитного слоя на эксплуатационные свойства конструкций биологической защиты судов и плавучих сооружений, предназначенных для перевозки и хранения радиоактивных грузов. Выполненные численные эксперименты показали, что для повышения степени экранирования конструкций на 80 % необходимо увеличить толщину защитного слоя в 3,5 раза, однако, это приведет к снижению долговечности на 24%.

Прогноз влияния толщины на другие факторы эксплуатации показал, что увеличение оптимального значения в два раза приведет к возрастанию радиационной стойкости и рентгенозащитных свойств на 8…16 %, увеличению коррозионной стойкости на 5 %, при этом на 10 % снизятся прочностные показатели и на 55 % возрастет стоимость. Результаты исследований будут использованы для разработки практических рекомендаций по изготовлению конструкций биологической защиты судов и плавучих сооружений, предназначенных для перевозки и хранения радиоактивных грузов.

**Выводы:**

1. На основе экспертных методов предложен механизм оценки толщины защитного слоя конструкций БЗ судов и плавучих сооружений, предназна-

ченных для перевозки и кратковременного хранения радиоактивных грузов низкой и средней активности

2. Результаты экспертного оценивания и когнитивного моделирования позволили определить влияние толщины композитного слоя на эксплуатационные свойства конструкций биологической защиты судов и плавучих сооружений, предназначенных для перевозки и хранения радиоактивных грузов, а также показали, что наилучшей альтернативой, обеспечивающей заданные условия эксплуатации конструкций, является толщина защитного слоя 4,5 мм.

3. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой и внедрением систем поддержки принятия решений в проектирование конструкций из композиционных материалов.

**Список литературы:**

1. Разработка установки кондиционирования ЖРО, образующихся на нефтедобывающих морских платформах и терминалах [Текст] / Н. И. Александров, П. Л. Ляшин, В. В. Петухов, С. П. Малышев // Судостроение, 2013, № 2. – С. 61 – 64.

2. **Казимиренко, Ю. А.** Формирование конструкций плавучих композитных сооружений для перевозки и хранения радиоактивных грузов [Текст] / Ю. А. Казимиренко // Технологический аудит и резервы производства, 2014, № 6/5 (20). – С. 7-9.

3. **Казимиренко, Ю. О.** Перспективи застосування металоскляних покриттів з підвищеними рентгенозахисними властивостями для конструкцій технічних засобів перевезення радіоактивних речовин [Текст] / Ю. О. Казимиренко // Збірник наукових праць Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 2013, № 8. – С. 134 – 140.

УДК 621.981

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ ГИБКОЙ С ПРОДОЛЬНЫМ РАСТЯЖЕНИЕМ

**Автор:** Новошицкий А.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Судостроительное производство характеризуется необходимостью использования большой номенклатуры и малых партий профилей в том числе перфорированных из современных высокопрочных коррозионно-стойких сталей, конструкционных и легированных сталей, алюминиевых сплавов и металлопласта.

Традиционные технологии профилирования прокаткой и штамповкой являются энергоемкими и в ряде случаев не могут обеспечить необходимое качество судовых профильных элементов.

В современных условиях целесообразным является производство гнутых перфорированных профилей непосредственно на судостроительном предприятии на основе предлагаемой технологии. Технология предусматривает последовательное локальное формоизменение и перфорацию заготовки профилирующими роликами, имеющими соответствующие выступы и впадины с режущими кромками, при приложении к ней продольной растягивающей силы [1].

Технологический процесс изготовления профиля из полосовой заготовки предусматривает проведение следующих операций: размещение заготовки между захватами; деформирование и зажим концевых участков; растяжение заготовки; подача каретки с профилирующими роликами к подвижному захвату; прижим профилирующих роликов к заготовке; перемещение каретки с профилирующими роликами к неподвижному захвату (формирование и перфорирование профиля); разгрузка; разжим захватов и профилирующих роликов; извлечение готового профиля, рис. 1.

Предложенная технология может осуществляться с помощью специальной растяжной машины [2], которая имеет механизм для деформирования и захвата концевых участков заготовки, механизм растяжения, механизм передвижения каретки с профилирующими роликами.

Начало контакта роликов с заготовкой происходит около подвижного захвата в районе концевых изгибных деформаций, возникающих в результате деформирования концевого участка заготовки в захватах силой FП и последующего приложения растягивающей силы FZ. При приложении усилий прижима FПР к профилирующим роликам осуществляется деформирование участка заготовки в соответствии с формой рабочих поверхностей роликов.

В результате перемещения роликов под действием тягового усилия FT осуществляется последовательное формирование и перфорирование профиля.

Создание растягивающей нагрузки обеспечивает оптимальные условия формообразования профиля. При её действии, полки профиля приоб-

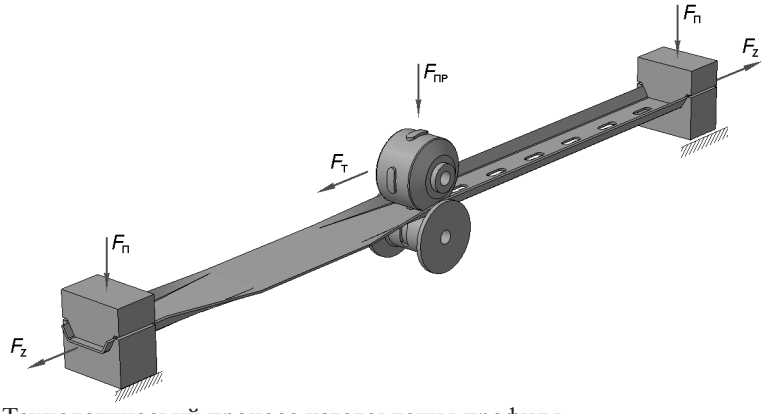



**Рис. 1.** Технологический процесс изготовления профиля

ретают прямолинейную форму. Продольные пластические деформации от поперечного изгиба заготовки компенсируются в результате ее некоторого пластического растяжения. Этим предупреждается появление продольной изогнутости, а также продольной скрученности даже при формировании профилей с несимметричным поперечным сечением. В случае необходимости, повышенная точность профилей может быть достигнута последующим упругопластическим растяжением изготовленного профиля, как при правке растяжением.

Технология характеризуется одновременным локальным профилированием и перфорированием плоской заготовки при локальном действии нагрузки в результате чего снижается энергоемкость технологического процесса. Профилирующая установка для изготовления профилей по данной технологии обладает меньшими массогабаритными параметрами по сравнению с прессами и роликовыми профилегибочными станами. Ее использование исключает применение крупногабаритной штамповой оснастки и позволяет производить быструю переналадку на выпуск профилей другой номенклатуры.

Разработанная энергосберегающая технология в условиях судостроительного производства обеспечивает возможность изготовления тонкостенных гнутых перфорированных профилей из конструкционных и легированных сталей, алюминиевых сплавов и металлопласта.

**Список использованной литературы.**

1. **Патент на корисну модель. 82746 Україна, МПК (2013.01) B 21 D 5/00, B 21 D 11/20 (2006.01), B 21 D 53/00.** Спосіб виготовлення гнутих перфорованих профілів [Текст] / О. С. Рашковський, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № u201300570 ; заявл. 17.01.13 ; опубл. 12.08.13, Бюл. № 15.

2. **Декл. пат. 55029A Україна, МПК7 B 21 D 5/00, B 21 D 11/20, B 21 D 53/00.** Розтяжна машина [Текст] / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 2002064965 ; заявл. 17.06.02 ; опубл. 17.03.03, Бюл. № 3.

# Секція 4.
# ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

УДК 368.23(075.8)

## ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ СУДНОВОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

**Автори:** Кісєтов Ю.В., Ратушняк І. О., Ратушняк Л. П.
*Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Проблеми визначення обґрунтованої вартості елементів суднової енергетичної установки (СЕУ) має важливе значення при розв'язанні широкого кола завдань їх проектування та експлуатації. Це, наприклад, питання визначення:

– витрат, пов'язаних із планово-профілактичними ремонтами або плановим поновленням судна;

– витрати на технічне обслуговування та гарантійний ремонт;

– витрати на роботи, пов'язані з реконструкцією чи переобладнанням;

– витрати на ремонт чи заміну окремих частин, деталей та устаткування у зв'язку зі зносом, технічним браком, моральним старінням;

– витрати із заміни окремих вузлів, деталей і агрегатів після аварійних випадків, тощо.

Практичне визначення розмірів таких витрат супроводжується рядом специфічних особливостей. Деякі з них вже досліджувалися авторами [1–5]. На наш погляд, суттєвий інтерес має питання впливу курсу української гривні на розрахунки складових вказаних витрат. Останнє є наслідком нестабільного стану економіки України. Крім того, цей параметр визначається ринковими факторами і має тенденцію із часом змінюватися.

На рис.1 наведено динаміку зміни курсу гривні до американського долара за даними Національного банку України [6] за останні три роки.

Фахівцям і власникам суден потрібно враховувати цей параметр на протязі 20–25 років, при цьому вартість питання вимірюється значними цифрами. У табл. 1 наведено середні вартості ремонту окремих елементів СЕУ, а у табл. 2 – відносна вартість усунення пошкоджень в залежності від причини аварії суден за даними [6].

На прикладі математичних моделей, розроблялися авторами у [4, 7–8] наведено рекомендації для розрахунків і прогнозування складових витрат

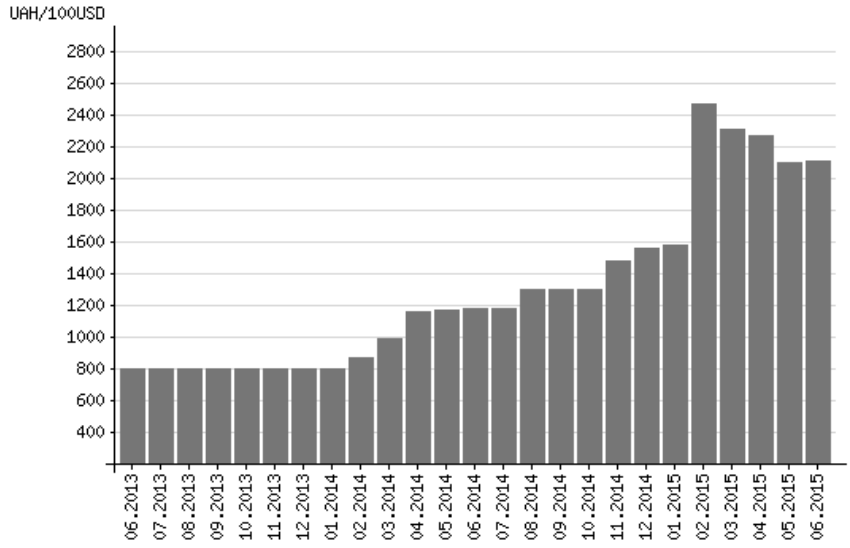



**Рис. 1.** Динаміка курсу гривні до американського долара

**Таблиця 1** Найтиповіші поламки суднових дизелів

| Вид неполадки | Частота, % | Частка у вартості, % | Середня вартість ремонту, тис. доларів США |
|---|---|---|---|
| ГТН | 33 | 21 | 185 |
| Втулки циліндрів | 11 | 7 | 169 |
| Підшипники | 10 | 18 | 506 |
| Колінчастий вал | 8 | 21 | 739 |
| Поршні і шатуни | 7 | 9 | 336 |
| Паливні насоси | 5 | 2,5 | 150 |
| Редуктори | 3 | 6,5 | 567 |

**Таблиця 2** Відносна вартість усунення пошкоджень в залежності від причини

| | |
|---|---|
| Поламки механізмів | 22 % |
| Штормові пошкодження | 11 % |
| Зіткнення | 15 % |
| Пожежі/вибухи | 16 % |
| Навали | 9 % |
| Посадка на мілину | 21 % |
| Інші | 6 % |

на ремонт і технічне обслуговування елементів суднового енергетичного обладнання.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. **Кісєтов Ю.В.** Аналіз аварійності обладнання суднових енергетичних установок / Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк, Н.Ю. Колесник // Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали VI міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів, науковців та фахівців. - Миколаїв: НУК. – 2013. – С.107–110.

2. **Федоров А.** Разумная стоимость ремонта – страхование каско морских судов/ А. Федоров// Страховое ревью. – 2006. – № 11 (151). – С. 22-26.

3. **Кісєтов Ю.В.** Оценка стоимости оборудования СЄУ в процессе эксплуатации /Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк, Н.Ю. Колесник // Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали VI міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів, науковців та фахівців. – Миколаїв: НУК. – 2013. – С.106–107.

4. **Кісєтов Ю.В.** До питання розрахунку збитків при аварії судна / Ю.В. Кісєтов, О.Ю. Кукліна, І.О. Ратушняк // Матеріали V міжнародної науково-технічно конференції “Інновації в суднобудуванні та океанотехніці” (електронне видання conference.nuos.edu.ua). – Миколаїв: НУК. – 2014.

5. **Кісєтов Ю.В.** Обгрунтування вартості ремонту суднових механізмів після аварійних випадків / Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк, Л.П. Ратушняк // Матеріали Третьої Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК. – 2012. – С. 608–610.

6. http://index.minfin.com.ua/chart/?1

7. **Борисенко В.Д.** Математическая модель расчета нетто-тарифа при страховании морских судов/ В.Д. Борисенко, Ю. В. Кисетов // Збірник наукових праць НУК. – 2004. – №4 (397). – С. 92-97.

8. **Кісєтов Ю.В.** Особливості визначення розмірів страхового відшкодування по загальній аварії судна / Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк // Матеріали міжнарод. наук.-техніч. конференції "Безпека мореплавання та її забезпечення при проектуванні та будуванні суден (БМС-2007)". – Миколаїв: НУК. – 2007. – С. 71–72.

УДК 621.822.7

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПИТАТЕЛЯ НА СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОСТАТОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДПЯТНИКА

**Авторы:** Хлопенко Н.Я., Сорокина Т.Н.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев*

При проектировании подпятников сталкиваются с проблемой выбора оптимальных геометрических и режимных параметров, обеспечивающих необходимые статические характеристики подпятника. В различных

источниках представлены материалы по проектированию гидродинамических и гидростатических подпятников [3,4]. Гидростатодинамический ступенчатый подпятник, который сочетает в себе свойства гидростатического и гидродинамического подпятника мало изучен и требует дополнительных исследований. Поэтому представляется целесообразным исследование геометрических и режимных параметров питателя на статические характеристик подпятника с закрытой ступенью Рэлея.

Целью исследования является определение геометрических и режимных параметров питателя при различных основных зазорах и частотах вращения ротора. Численное решение этой задачи выполнено согласно математической модели и алгоритма решения системы термогидродинамических уравнений турбулентного течения смазки представленных в [1,2]. В работе представлены расчетные зависимости грузоподъемности, расхода смазки, потерь мощности на трение и температуры для геометрических и режимных параметров питателя при различных основных зазорах и частотах вращения ротора.

В качестве режимного параметра питателя принималось изменение давления наддува масла в питателе в диапазоне от 0,15 МПа до 2,05 МПа. При выборе геометрических параметров питателя учитывалось изменение диаметра в диапазоне от 3мм до 10мм и его расположение вдоль питающей канавки. Расчеты выполнены на частоте вращения ротора 10000, 15000, 20000 об/мин.

Результаты расчетов показали существенное влияние изменения давления наддува масла в питателе на статические характеристики подпятника. При выборе диаметра питателя необходимо учитывать величину основного зазора маслянного слоя и частоту вращения ротора. Питатель в питающей канавке необходимо распологать посредине или ближе к внешнему краю в зависимости от частоты вращения ротора.

Полученные результаты показали, что при рациональном выборе давления, геометрии и расположении питателя грузоподъемность подпятника достигает своего наибольшего значения, а потери на трение являются минимальными.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хлопенко, Н. Я.** Разностные схемы и точность решения термогидродинамических уравнений смазки подпятника Рэлея [Текст] / Н.Я. Хлопенко, Т. Н. Сорокина // Проблеми Трибологии: 2015. - №2. - С. 101-106.

2. **Хлопенко, Н. Я.** Турбулентная неизотермическая смазка ступенчатого подпятника Рэлея [Текст] / Н.Я. Хлопенко, Т. Н. Сорокина // Проблеми Трибологии: 2013. - №4. - С. 40-45.

3. **Heinrichson Niels.** On the design of Tilting-Pad Thrust Bearings [Текст] / Niels Heinrichson. – Department of Mechanical Engineering : Technical University of Denmark, 2006.- 98p.

4. **Stachowiak, G.W. (Gwidon W.).** Engineering tribology / Gwidon W. Stachowiak, Andrew W. Batchelor. [Текст] / R. Bassani, B. Piccigallo – Elsevier Butterworth - Heinemann, 2005. – 3 rd ed.– 802 p.

УДК 629.5:929

# ВКЛАД ПРОФЕССОРА РЫЖКОВА В РАЗВИТИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЙ НАУКИ

**Автор:** Дымо Б. В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Двадцать лет тому назад в день 75-летнего юбилея Николаевского кораблестроительного института ушел из жизни Сергей Васильевич Рыжков.

Доктор технических наук, профессор, академик АНТК Украины, заведующий кафедры технической теплофизики и судовых паропроизводящих установок, научный руководитель ОНИЛИТ Рыжков С.В. внес заметный вклад в развитие теории и практики теплофизики.

Выпускник НКИ 1950 года, строитель кораблей, аспирант, кандидат технических наук, ассистент, доцент, заведующий кафедрой, секретарь парткома НКИ, профессор, академик – вот основные вехи жизненного пути Сергея Васильевича Рыжкова.

Рыжков С,В., воспитанник научной школы интенсификации теплообмена профессора Бузника В.М., стал основателем научного направления в исследовании процессов и разработке методов интенсификации тепломассопереноса в сепарирующих и теплообменных устройствах транспортных и стационарных энергетических установок. Им создана научная школа исследования процессов и разработки экологического и энергосберегающего оборудования для транспортных и стационарных энергетических установок на основе исследования методов интенсификации тепло- и массопереноса в одно- и двухфазных дисперсных газожидкостных потоках.

После успешной защиты докторской диссертации на тему «Исследование процессов и разработка методов интенсификации массопереноса в сепарирующих и теплообменных устройствах транспортных установок» в Институте технической теплофизики АН УССР Сергей Васильевич становится признанным научным авторитетом отечественной школы теплофизики. Принимает активное участие в работе специализированных ученых советов, является постоянным членом редакционной коллегии журнала «Промышленная теплотехника» АН Украины. Круг решаемых научно-практических вопросов выходит далеко за пределы судовой энергетики и охватывает тепловые технологии судостроения, энергомашиностроения, пищевую, стекольную и угледобывающую промышленность, технику освоения мирового океана, военное кораблестроение и многое другое.

К наиболее важным научным результатам исследований профессора Рыжкова С.В. следует отнести такие:

- изучение и обобщение основных закономерностей процессов движения теплообмена и сепарации двухфазных газожидкостных потоков в криволинейных и треугольных каналах элементов судовых энергетических установок;

• исследование тепломассопереноса при течении тонких пленок жидкости, в том числе изучение механизма устойчивости таких течений при движении на стенках криволинейных и треугольных каналов и вращающихся дисков;

• исследование тепломассопереноса в процессах барботажа и сепарации парогазожидкостных потоков;

• установление зон существования явления «тройной аналогии процессов» в газожидкостных смесях;

• исследование теплофизических свойств газодыхательных смесей и установление основных закономерностей протекающих в них процессов;

• разработка и исследование новых методов интенсификации конвективной

теплоотдачи в однофазных потоках и тепломассопереноса в процессах с изменением агрегатного состояния;

• исследование струйных и отрывных течений газожидкостных потоков;

• исследование процессов в двухфазных термосифонах гравитационного типа.

Приведенный перечень научных результатов не является исчерпывающим.

Научная школа профессора Рыжкова С.В. характеризовалась высокой степенью завершенности прикладных результатов: промышленности передавались готовые образцы новой техники. Приведем лишь некоторые наиболее значимые и эффективные внедрения, выполненные по результатам более 40 госбюджетных и хоздоговорных тем:

• разработка высокоэффективного волнового сепарирующего профиля с канавками (конструкция защищена патентами СССР, Франции и Германии, разработан отраслевой стандарт на их изготовление), на основе которого были созданы и внедрены на НПО «Экватор» каплеотделители судовых и корабельных кондиционеров различных типов;

• разработка двухступенчатых водоотделителей воздухоприемных устройств ГТД для контейнеровозов типа «Капитан Смирнов»;

• разработка обогреваемого водоотделителя в приемной шахте турбонаддувочного агрегата авианесущих крейсеров, строящихся на ПО «ЧСЗ»;

• разработка и внедрение в корабельной энергетике высокоэффективных теплообменных аппаратов с поверхностью нагрева из плоскоовальных труб с ленточным и сетчатым оребрением, обладающих сепарирующей способностью;

• разработка и внедрение на ПО ЮТЗ «Заря» статических масловлагоотделителей системы суфлирования ГТД (более 700 шт.);

• создание и внедрение на ПО «ЧСЗ» установки термического обезвреживания производственных отходов;

• разработка и внедрение на Херсонском стекольном заводе теплообменника для утилизации теплоты отходящих дымовых газов стекловаренной печи;

• создание и серийное внедрение на двухстах предприятиях судостроительной отрасли устройств для очистки и осушки сжатого воздуха систем пневмотранспорта на основе масловлагоотделителей типа МВ-3 ( выпуск 15–60 шт. в год) и конденсатоотводчиков типа КПК (выпуск 1000 шт. в год);

• разработка и внедрение на ПО «Энергомаш» (г. Хабаровск) водоотделителей для холодильников ВОК-250 ( выпуск 10–16 шт. в год);

• разработка, испытания и внедрение в в/ч 20914 образцов оборудования для систем жизнеобеспечения глубоководных водолазных комплексов;

• разработка типоразмерного ряда энергосберегающих градирен типа ГБЛ для предприятий Минсудпрома;

• разработка терморегулирующей аппаратуры на основе функциональных материалов с эффектом памяти формы;

• разработка и внедрение теплообменных аппаратов на основе двухфазных гравитационных термосифонов, используемых в технологии «Углегаз» подземного сжигания угля неперспективных шахт.

Научная школа профессора Рыжкова С.В. объединила более двадцати ученых-единомышленников. Он подготовил трех докторов и пятнадцать кандидатов технических наук, выпустил более 900 инженеров-механиков. Несколько тысяч внедренных в производство образцов новой энергосберегающей техники, более 180 научных работ, учебные пособия, 32 авторских свидетельства, патенты Франции и Германии, участие в международных форумах, выставках и ярмарках. Создана династия украинских ученых, успешно развивающая научное направление ее основателя. Это достойный результат жизни и деятельности ученого, исследователя, человека, его вклад в развитие теплофизической науки и образования в Украине.

УДК 621.311.22

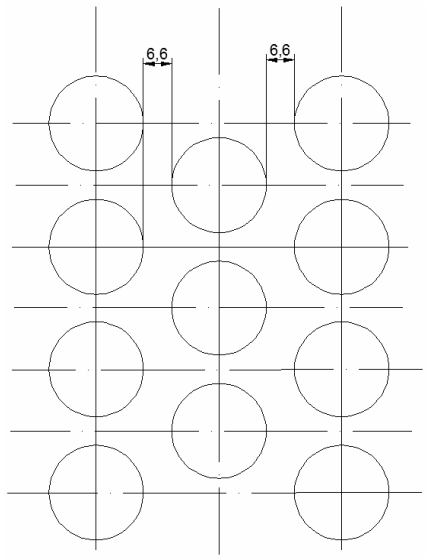
## РАЦИОНАЛЬНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ПАКЕТАХ ТРУБНЫХ ПУЧКОВ

**Автор:** Кузнецов В.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

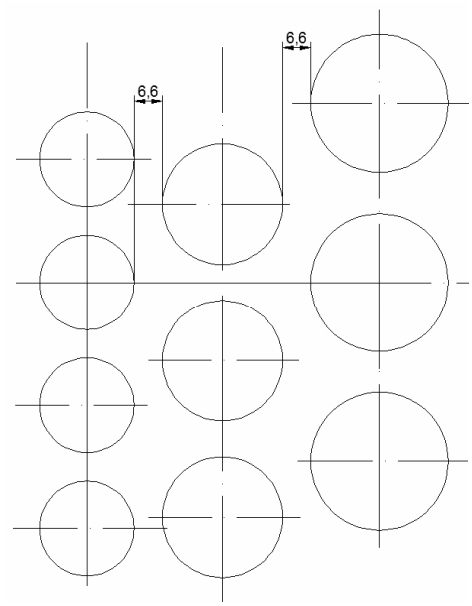
Теплообменные аппараты (ТА) типа «газ»-«газ» широко используются в газотурбинных энергетических установках в качестве регенераторов или нагревателей-утилизаторов [1].

Ввиду сопоставимости коэффициентов теплоотдачи с обеих сторон поверхностей теплообмена, повышение тепловой эффективности таких ТА приводит к значительному росту их массогабаритных показателей. Снижение этих показателей производят за счет интенсификации теплопередачи. Одним из способов является интенсификация при внешнем обтекании.

В работе [2] рассмотрен способ интенсификации теплообмена путем формирования поперечно омываемых пучков труб переменного сечения с различной конфигурацией.




Традиционный трубный пучок




Трубный пучок с изменяющимся диаметром труб

В работе [3] представлен способ интенсификации за счет формирования пучков труб в виде каналов типа «конфузор» - «диффузор».

В работе [4] для обеспечения постоянства коэффициента теплоотдачи предложено использовать теплообменники с равновеликой скоростью газового потока. Для этого сечение теплообменного аппарата уменьшается по ходу газов.

Анализируя выражение для расчета коэффициента теплоотдачи при поперечном обтекании трубных пучков несложно получить, что он прямо пропорционально зависит от числа Рейнольдса или скорости движения теплоносителя (что в принципе одно и тоже). В рассмотренных в обзоре способах скорость движения поддерживается за счет конфигурации поперечного сечения теплообменного аппарата.

В настоящем исследовании значения коэффициентов теплоотдачи предложено поддерживать за счет изменения диаметра труб в рядах трубного пучка по ходу газов. На основании уравнения теплоотдачи при обтекании трубных пучков показано, что за счет выбора соответствующих диаметров труб, возможно увеличение коэффициента теплоотдачи при наружном обтекании до 21 %. При таком техническом решении может быть достигнута рациональная интенсификация, а именно – простота конструкции и невысокая стоимость.

Дальнейшие исследования направлены на оптимизацию продольных и поперечных шагов трубных пучков с целью получения их минимальных массогабаритных показателей. Для этого используется программный комплекс ANSYS CFX. Тестовое моделирование показало хорошую сходи-

мость с теоретическими результатами. Несмотря на то, что в теоретической оценке были использованы эмпирические зависимости, моделирование позволит выявить особенности течения для принятия мер по снижению гидродинамического сопротивления при обтекании.

**Список использованных источников.**

1. Перспективы создания и применения воздушных турбинных теплоутилизирующих установок/ Кучеренко О.С., Мовчан С.Н., Филоненко О.А., Кузнецов В.В., Шевцов А.П.// Вісник НТУ „ХПІ". Збірник наук.праць. – Харків: НТУ „ХПІ". – 2008.-№35. -С.89-96;

2. **Анисин А.А**. Повышение энергетической эффективности пучков гладких труб и профилированных каналов для газо-жидкостных теплообменных аппаратов энергетических установок. Автореф. дис …. докт. тех. наук, СПб, 2009, 42 с;

3. **Пронин В.А.** Компоновки трубных пучков и синтез конвективных поверхностей теплообмена с повышенной энергоэффективностью. Автореф. дис …. докт. тех. наук, Москва, 2008, 40 с;

4. **Фордуй С.Г.** Підвищення ефективності утилізації теплоти випускних газів суднових дизель-генераторів. Автореф. дис …. канд. тех. наук, Миколаїв, 1999, 18 с

УДК 629.5.03-08:621.43.068

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ СРЕД В ЭЖЕКЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ ГАЗОВЫПУСКНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

**Авторы:**. Половец Ю. А[1], Волошин А. Ю[2].
[1]*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова*
[2]*Государственное предприятие «Исследовательско-проектный центр кораблестроения»*

Применение различных эжекционных устройств в системах энергетических установок обусловлено их высокой надежностью, что обеспечивает их использование в качестве насосов, движителей, теплообменных аппаратов и пр. Особый интерес в корабельной энергетике представляют эжекционные устройства, обеспечивающие смешение и охлаждение газовых сред (например выхлопных газов и воздуха), когда скоростной и температурный факторы эжектирующего (активного) потока используются для его же охлаждения посредством подсоса в камеру смешения эжектируемого (пассивного) потока.

Одним из важных требований, предъявляемых к эжекционным устройствам, обеспечивающим охлаждение активного потока, является высокая степень охлаждения и равномерности температурного поля на выходе из устройства.

Ярко выраженный нестационарный характер течения выхлопных газов в газоходах и газовыпускных устройствах обусловлен высокой степенью начальной неравномерности потока и значительной пульсационной составляющей, связанной с особенностями рабочих процессов в тракте тепловых двигателей [1]. Такие явления как турбулизация течения и периодические сбегающие вихри с обтекаемых решеток профилей в турбомашинах, волновые резонирующие процессы и импульсный эжекционный эффект в выхлопных коллекторах ДВС значительно видоизменяют характер процессов, протекающих в газовыпускном тракте. На практике указанные явления проявляются, как волны давления, распространяющиеся в газовыпускном тракте[2], что усложняет аналитическое решение задачи охлаждения выхлопных газов в эжекционном устройстве.

Модельные теплотехнические испытания конструкций газовоздушных охладителей (ГВО), показали наличие высокотемпературных локальных зон в выходном сечении охладителя, что ведет к существенному искажению осредненных температурных характеристик (даже при обеспечении высокого коэффициента эжекции n). Это вызвано сквозным прохождением высокотемпературных струй выхлопных газов через камеру смешения, что снижает эффективность работы устройства в целом [2,3,4].

Для решения этих проблем предлагается изучить влияние формы сопла на формирование газовой струи (факела), распределение газовоздушного потока в объеме эжекционного устройства и изменение его газодинамических характеристик с использованием расчетного комплекса ANSYS Fluent. Исследования проводились на единичном сопле. Параметры газового потока и наружного воздуха приведены в таблице 1. Конструктивные схемы исследуемых форм концевых участков сопел приведены на рис. 1.

Расчет газодинамических процессов в исследуемых моделях осуществлялся на основании RSM модели турбулентности, основанной на уравнениях сохранения энергии, количества движения и неразрывности. Правиль-

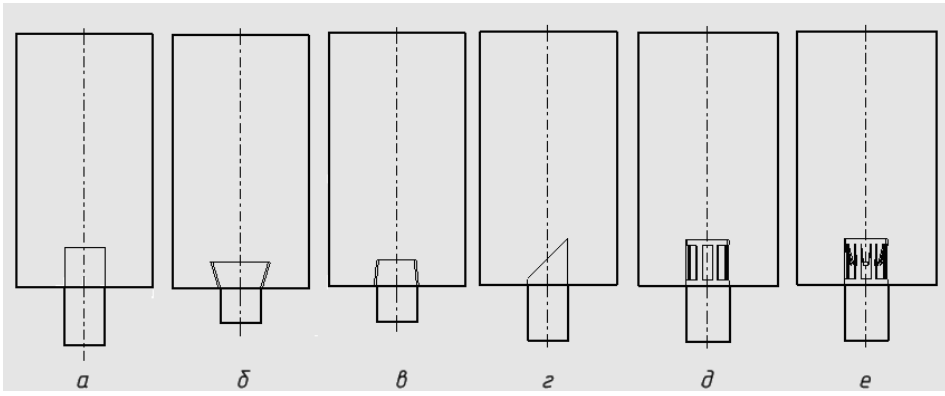



**Рис. 1.** Схемы исследуемых эжекционных устройств:
*а* - простая труба; *б* - диффузор; *в* - конфузор; *г* - косое сопло; *д* - сопло с продольной перфорацией; *е* - сопло с перфорацией и лепестками

ность работы предлагаемой CFD модели проверялась путем сопоставления расчетных данных с результатами теплотехнических испытаний существующих конструкций ГВО [2, 4] и общеизвестных конструкций эжекционных устройств.

***Анализ результатов исследований*** показал значительное влияние формы концевого участка сопла на величину средней температуры газовоздушного потока на выходе из эжекционного устройства (таблица 2). Для базовой схемы с формой сопла в виде простой трубы (рис. 1.а) температура составляет 204 С. Наибольший эффект охлаждения (119,2 °С) достигнут в устройстве с соплом с косым срезом (рис. 1.г). Для него характерна и наибольшая равномерность распределения температуры по сечению на срезе устройства (рис. 2.г).

Заметный эффект снижения средней температуры наблюдается и для других форм сопел. В устройстве с соплом в форме конфузора (рис. 1.в) она составляет 187,5 °С, а с соплом с перфорацией и отогнутыми лепестками (рис. 1.е) – 139,3 °С. Однако в этих устройствах наблюдается более высокий уровень потери давления. Наименьший уровень потери давления и наиболее равномерное распределение температур получено в устройстве с соплом с продольной перфорацией (рис. 1.д) при средней температуре потока на выходе из устройства 134,5 °С. Следует отметить, что наибольший эффект охлаждения выхлопных газов обеспечивается в конструкциях с более высоким коэффициентом эжекции (см. таблицу 2)

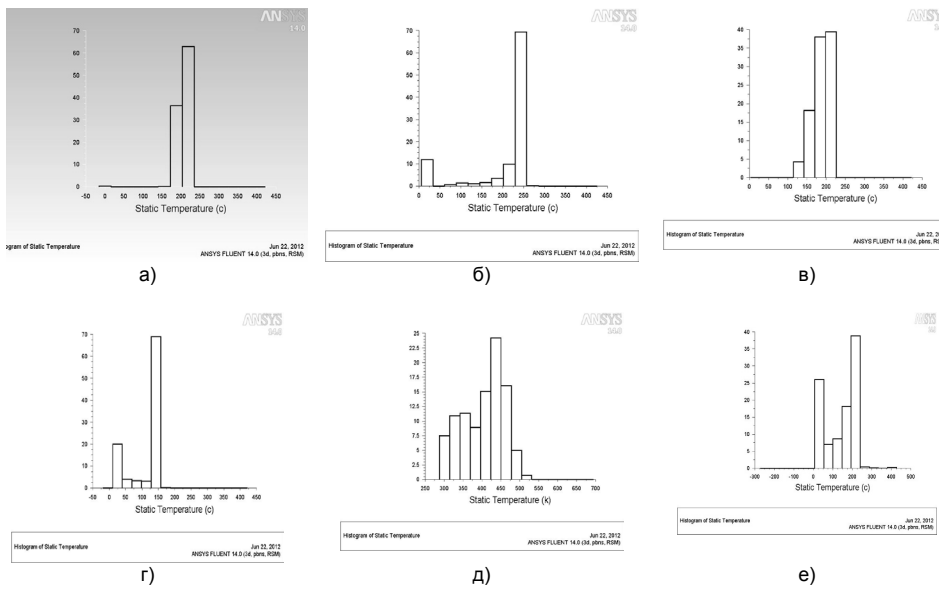



**Рис. 2.** Распределение температурных зон на срезе эжекционного устройства, %: *а)* - простая труба; *б)* - диффузор; *в)* - конфузор; *г)* - косое сопло; *д)* - сопло с перфорацией; *е)* - сопло с перфорацией и лепестками

**Таблица 1** Параметры выхлопных газов и воздуха

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Скорость выхлопных газов на срезе сопла, м/с | 147 |
| Температура выхлопных газов, ºС (К) | 420,7/(693,7) |
| Температура наружного воздуха, ºС (К) | 15,6 /(288,6) |
| Давление наружного воздуха, Па | 101325 |

**Таблица 2** Параметры газовоздушного потока на выходе из устройства

| Эжекционное устройство | Средняя температура, °С | Коэффициент эжекции |
|---|---|---|
| простая труба | 204,0 | 1,15 |
| диффузор | 213,3 | 1,05 |
| конфузор | 187,5 | 1,35 |
| косое сопло | 119,2 | 2,90 |
| сопло с перфорацией | 134,5 | 2,40 |
| сопло с перфорацией и лепестками | 139,3 | 2,27 |

## Список литературы

1. **Дымо, Б.В.** Исследование газодинамических процессов в газовоздушном охладителе корабельной энергетической установки [Текст]/ Б.В. Дымо, А.Ю. Волошин, В.И. Харченко // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2010. - №6. – С. 81-89.

2. **Алехин, С.А.** Исследование струйного эжектора удаления пыли из воздухоочистителя выхлопными газами в транспортном дизеле [Текст]/ Алехин С.А., Васильев Е.С., Герасименко В.П., Опалев В.А.// Авиационно-космическая техника и технология. Харьков: ХАИ, 2009. - №8(65). – С. 96-101.

3. **Волошин, А.Ю.** Модельные исследования газовоздушного охладителя корабельной энергетической установки [Текст]/ А.Ю. Волошин// Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2011. - №2.

4. **Волошин, А.Ю.** Использование инструментов численного моделирования при исследовании газовыпускных систем корабельных энергетических установок [Текст]/ А.Ю. Волошин// Збірник наукових праць академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова. – Севастополь: 2012. - №1(9). – С. 189-194.

УДК 621.833

# ВЛИЯНИЕ ПЕРЕКОСОВ ЗУБЬЕВ НА КОНТАКТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

**Авторы:** Попов А.П. , Савенков О.И. ,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*
Марченко Д.Д. , *Национальный аграрный университет, г. Николаев*.

Зубчатые колёса любой зубчатой передачи размещаются, как известно, на валах, упругие перемещения которых оказывают отрицательное влияние на их работу. Так, например, от прогиба валов в зубчатом зацеплении возникает концентрация напряжений по длине зубьев. Однако наиболее опасными являются углы взаимного наклона валов под зубчатыми колёсами, при которых наблюдаются перекосы зубьев в направлении их длины.

В настоящее время отсутствуют какие либо рекомендации по определению влияния перекосов зубьев на их контактную прочность, которая является определяющим фактором при оценке эффективности зубчатых передач с точки зрения их работоспособности. На основании выше изложенного в рассматриваемой работе впервые приводится решение контактной задачи применительно к перекошенным относительно друг друга зубьям шестерни и колеса на угол $\psi$ в условиях их нагружения.

При перекосе зубьев относительно друг друга на угол $\psi$ линия контакта при $\psi = 0$ и отсутствии нагружения перерождается в точечный контакт, в связи с чем вместо линейного зацепления зубьев (плоская контактная задача) имеем пространственное точечное зацепление зубьев. При этом в плоскости z0x в качестве расчётной модели выступает модель контакта двух сопряженных друг с другом цилиндров с радиусами $\rho_1$ и $\rho_2$, а во взаимно перпендикулярной плоскости z0y имеем модель контакта полупространств, ограниченных плоскостями и перекошенных относительно друг друга на угол $\psi$ [1], где $\rho_1$ и $\rho_2$ – радиусы кривизны эвольвентных зубьев в полюсе зацепления.

Решение рассматриваемой задачи выполним, исходя из основ новой теории контактной прочности, разработанной А.П. Поповым [1], в связи с которыми были найдены две равнозначные функции контактных деформаций упруго сжатых зубьев. При этом первая функция контактных деформаций определялась с учётом конфигураций контактирующих тел и форм зазоров между ними до и после нагружения. Определение второй функции контактных деформаций базировалось на гипотезе Винклера. При точечном контакте рассматриваемых упруго сжатых зубьев площадка контакта в процессе нагружения является эллиптической, а её величина равна $2b_0b_к$, где $b_0$, $b_к$ – соответственно малая и большая полуоси эллипса.

Опуская основные решения и выводы рассматриваемой задачи, представим в окончательном виде, полагая равенство коэффициентов Пуассона $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ (материал сталь) и модулей упругости материалов $E_1 = E_2 = E$,

выражения $b_0$, $b_к$ и максимальных контактных напряжений $\sigma_{max}$, а именно:

$$b_0 = 1{,}808\sqrt[3]{\frac{\alpha_a \rho_w F_n}{(2\alpha+\nu)E}}; \quad (1)$$

$$b_к = 1{,}808\sqrt[3]{\frac{\rho_w F_n}{\alpha^2(2\alpha+\nu)E}}; \quad (2)$$

$$\sigma_{max} = 0{,}496\sqrt[3]{\frac{\alpha(2\alpha+\nu)^2 E^2 F_n}{\rho_w^2}}; \quad (3)$$

где $\rho_w = \rho_1\rho_2/2(\rho_2 \pm \rho_1)$ – приведенный радиус кривизны зубьев; $\rho_1$, $\rho_2$ – радиусы кривизны зубьев шестерни и колеса в полюсе зацепления; знак (+) принимаем при внешнем, а знак (–) при внутреннем зацеплении зубьев; $F_n$ – нормальная сила, действующая на сопряженную пару зубьев; $\alpha = b_0/b_к$ – расчетный коэффициент.

Для определения коэффициента α воспользуемся найденным трансцендентным уравнением

$$\frac{0{,}904\alpha}{\psi}\sqrt[3]{\frac{\alpha F_n}{(2\alpha+\nu)E\rho_w^2}} = 1. \quad (4)$$

Для оценки контактной прочности эвольвентных зубьев, работающих в условиях перекоса относительно друг друга, выполним расчет одноступенчатой прямозубой некорригированной передачи внешнего зацепления типа РП16, у которой числа зубьев $z_1 = 50$ и $z_2 = 100$; модуль зацепления $m = 5$ мм; угол зацепления $\alpha_w = 20$; высота зубьев $h = 2{,}25m$; длина зубьев $b_w = 250$ мм; $F_n = 4\cdot10^4$ Н; $\nu = 0{,}3$; $E = 2{,}1\cdot10^5$ МПа и $\psi = (1; 2{,}5; 5; 7{,}5; 10)\cdot10^{-4}$ рад.

Данные расчетов с учетом использования уравнений (1) – (4) приведены в таблице. Максимальные контактные напряжения $\sigma_H$, используемые в данной таблице, получены по формуле Герца при $\psi = 0$ для случая линейного взаимодействия зубьев, и они равны 454 МПа.

**Таблица**

| Расчетные параметры и коэффициенты | Угол перекоса $\psi = 10^4$, рад | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1,0 | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10 |
| $\alpha\cdot10^3$ | 6,55 | 13,10 | 22,50 | 30,90 | 38,95 |
| $b_0$, мм | 0,876 | 1,088 | 1,279 | 1,400 | 1,490 |
| $b_к$, мм | 133,68 | 83,06 | 55,846 | 45,286 | 38,250 |
| $b_к/b_w$ | 0,535 | 0,332 | 0,227 | 0,181 | 0,153 |
| $\sigma_{max}$, МПа | 555 | 719 | 904 | 1026 | 1140 |
| $\varphi_к = (\sigma_{max}/\sigma_H)$ | 1,222 | 1,584 | 1,991 | 2,260 | 2,511 |
| $\varphi_F = \varphi_к^3$ | 1,827 | 3,792 | 7,895 | 11,542 | 15,832 |

Из таблицы очевидно, что при увеличения угла перекоса зубьев с $\psi = 1\cdot10^{-4}$ до $\psi = 10\cdot10^{-4}$ рад, т.е. в десять раз, напряжения $\sigma_{max}$ возрастают по сравне-

нию с напряжениями $\sigma_H$ в $\varphi_к$ = 1,222…2,511 раза, что эквивалентно снижению нагрузочной способности по контактным напряжениям рассматриваемой зубчатой передачи в $\varphi_F = \varphi_к^3$ = 1,827…15,832 раза.

Из приведенных данных более чем очевидно, что зубчатые передачи в условиях перекосов сопряженных пар зубьев относительно друг друга характеризуются недопустимыми величинами снижения их нагрузочной способности по контактным напряжениям. В связи со сказанным в процессе эксплуатации зубчатых передач допускаемая величина перекоса зубьев должна приниматься из условия $[\psi] < 10^{-4}$ рад, что подтверждается выполненными расчетами указанных передач, характеризуемых различными размерами и величинами действующих в зацеплении усилий.

Таким образом, в результате выполненных исследований и расчётов установлено недопустимое снижение нагрузочной способности зубчатых передач по контактным напряжениям при наличии перекосов сопряженных пар зубьев. Данное обстоятельство указывает на то, что в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации зубчатых передач необходимо предусмотреть всевозможные меры по исключению указанных перекосов зубьев.

**Литература.**

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

УДК 621.438

## ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ НИЗКОЭМИССИОННОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАЗМЕННЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ

**Авторы:** Мостипаненко А.Б., Козловский А.В., Котко С.В., Мартынюк Э.В.,
*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев*

При создании низкоэмиссионных камерах сгорания (КС) ГТУ обеспечение устойчивости процесса горения является серьезной и актуальной задачей. Возникновение вибрационного горения в КС недопустимо, так как этот процесс сопровождается срывами пламени, разруше-нием камеры, выходом из строя и разрушением элементов конструкции КС, а также отдельных узлов и агрегатов ГТУ [1].

Одним из наиболее перспективных методов повышения стабильности рабочего процес-са является интенсификация сжигания углеводородов с помощью низкотемпературной плазмы [2-4]. При использовании плазмотронов достигается высокий уровень стабилизации горения за счет интенсивного воздействия продуктов плазмохимических реакций на горение основной топливо-воздушной смеси [5-6].

Кинетика химических процессов определяет скорости реакций окисления [7]. Акты хими-ческого преобразования происходят при соударениях

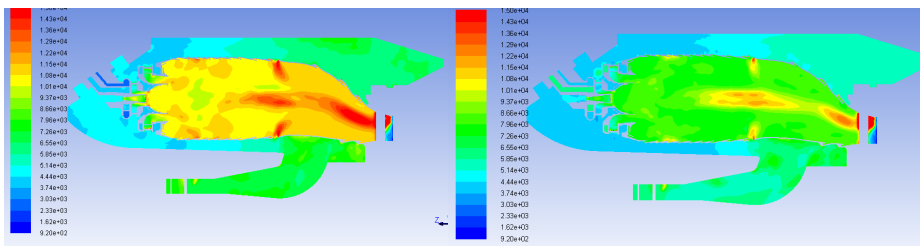
молекул, при этом их кинетическая энер-гия переходит в потенциальную и тратится на разрушение связей в молекулах. Однако разру-шение связей происходит только при превышении потенциальной энергии активации E [8]. Ак-тивация предполагает переведение средней в энергетическом отно-шении молекулы в актив-ную. Чем меньше величина E, тем выше скорость реакции [7].

Численный эксперимент, связанный с анализом пульсационных процес-сов низкоэмисси-онной КС, проводился с использованием обобщенной мо-дели трехстадийного горения метана [9]. Коэффициенты скоростей реакций представлены в табл. 1.

Предполагалась установка плазменного стабилизатора во фронтовом устройстве КС с предварительным смешением топливо-воздушной смеси с це-лью обеспечения устойчивости процесса горения. Плазменный факел ускоряет реакцию окисления метана за счет возникно-вения активных центров – заря-женных молекул, атомов, радикалов, ионов, вследствие чего снижается энер-гия активации [5]. Численное моделирование нестационарных процессов в КС производилось для нескольких вариантов модели трехстадийного окисления метана, причем энергия активации первой реакции механизма табл. 1 уменьша-лась на 1…15 % [5]. Нестацио-нарные расчеты проводились с использованием LES-модели турбулентности [1,10-12]. Для промежуточных сечений внутри жаровой трубы и на твердых стенках отслеживались пульса-ции статическо-го давления, которые являются источниками акустических колебаний, и могут быть замерены при проведении физических экспериментов.

При расчетах пульсационных процессов в низкоэмиссионной КС ГТД с уменьшением энергии активации реакции окисления метана на максималь-ную величину 15 %, имело место горение топливо-воздушной смеси в кана-лах внутреннего завихрителя фронтового устройства, что недопустимо для надежной работы камеры.

В результате проведенных численных экспериментов получены расчет-ные уровни сред-неквадратических пульсаций давления для различных зна-чений энергии активации реакции окисления метана (рис.1). Наблюдается явное снижение уровня среднеквадратических пуль-саций давления при



а б

**Рис. 1.** Уровень среднеквадратических пульсаций статического давления в жаровой трубе: а - базовый вариант, б - уменьшение энергии активации на 10 %

**Таблица 1.** Константы скорости трехстадийного механизма окисления метана

| Реакция | A | *E*, Дж/моль | β | Порядок реакции | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CH_4 + 1{,}5O_2 \rightarrow CO + 2H_2O$ | 4,64e+09 | 1,17e+08 | -0,062 | $CH_4$ | 0,5 | $O_2$ | 1,066 |
| $CO + 0{,}5O_2 \rightarrow CO_2$ | 3,97e+11 | 7,68e+07 | 0,215 | $O_2$ | 1,756 | CO | 1,258 |
| $CO_2 \rightarrow CO + 0{,}5O_2$ | 6,02e+05 | 1,31e+08 | -0,108 | $CO_2$ | 1,357 | | |

уменьшении энергии активации как в жаровой трубе, так и в межтрубном пространстве.

Для различных значений энергий активации максимальные пульсации статического дав-ления имели место в тех же сечениях КС, что и при использовании базовой модели трехста-дийного окисления метана:

- внутри жаровой трубы в районе 3-й обечайки – из-за вихреобразования в зоне обрат-ных токов при выходе потока из каналов завихрителей;

- в выходном сечении жаровой трубы перед турбинными лопатками – из-за пульсации центрального вихря в жаровой трубе.

При уменьшении энергии активации на 1…10 % спектральная мощность сигналов уменьшалась 1,5…2,0 раза, что свидетельствует о положительном влиянии использования плазменных генераторов как стабилизаторов горения в КС ГТД.

**Выводы**

1. Проведен анализ пульсационных процессов в низкоэмиссионной камере сгорания газо-турбинного двигателя с различными значениями энергии активации реакции окисления метана с помощью современных инструментов вычислительной гидродинамики.

2. Результаты расчетов нестационарных процессов в камерах сгорания ГТД, работающих на газообразном топливе, свидетельствуют о том, что использование плазменных генераторов в качестве стабилизатора термоакустических процессов в камере сгорания позволит расши-рить диапазон устойчивой работы топливосжигающего устройства, уменьшить пульсации дав-ления топливо-воздушной смеси и, следовательно, снизить вибрации элементов камеры сго-рания и двигателя в целом.

## Список литературы

1. **Сербін С.І.** Дослідження процесів нестаціонарного горіння в камері згоряння ГТД/ С.І. Сербін, Г.Б. Мостіпаненко, А.В. Козловський // Вісник Національного технічного університе-ту «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: «Енерге-тичні та теплотехнічні процеси й устаткування». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – № 8. – С. 11-16.

2. **Clements R.V.** An Experimental Study of the Injection Mechanism for Typical Plasma Jet Igniter [Text] / R.V. Clements, P.R. Smy, J.D. Dale // Combustion and Flame. − 1981. − Vol.42. − P. 287−295.

3. **Weinberg F.J.** Plasma Jets in Combustion [Text] / F.J. Weinberg // Int. Conference on Combustion in Engineering. − Oxford, 1983. − P. 65−72.

4. **Сербин С.И.** Разработка и исследование характеристик плазменно-топливных форсунок [Текст] / С.И. Сербин, Е.Ю. Кирчук // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. Вестник НТУ «ХПИ»: Зб. наук. трудов. – Х.: НТУ «ХПИ» , 2010. – № 3. - С.43-49

5. **Романовский Г. Ф.** Плазменное воспламенение и сжигание топлив в судовых установках / Г. Ф. Романовский — Л.: Судостроение, 1986. — 86 с.

6. **Сербин С.И.** Исследование энергетических характеристик плазменного генерато-ра для стабилизации термо-акустических процессов в камерах сгорания [Текст] / С.И. Сербин, А.В. Козловский, С.В. Вилкул // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – № 17(1126). – С.44-48.

7. **Романовський Г.Ф.** Камери згоряння газотурбінних двигунів: Навчальний посібник / Г.Ф. Романовський, С.І. Сербин – Миколаїв : УДМТУ, 2000. – 259 с.

8. **Померанцев В.В.** Основы практической теории горения. / В.В. Померанцев - Моск-ва: Энергия, 1973. - 264с.

9. **Meredith K.V.** Automated Global Mechanism Generation for use in CFD Simulations / K.V. Meredith, D.L. Black // 44-th AIAA-Paper. Reno. Nevada, 2006. - P. 1-13.

10. **Сербін С.І.** Моделювання процесів нестаціонарного горіння в низькоемісійній ка-мері згоряння газотурбінного двигуна / С.І. Сербін, Г.Б. Мостіпаненко, А.В. Козловський Вісник НУК імені адмірала Макарова. – Миколаїв: НУК – 2012. - № 1. С. 24-32.

11. Разработка методов расчета характеристик нестационарного рабочего процесса в низкоэмиссионных камерах сгорания газотурбинных двигателей [Текст] / С.И. Сербин, А.Б. Мо-стипаненко, А.В. Козловский, В.Г. Ванцовский, В.В. Вилкул // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енерге-тичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 11, С.90-94.

12. **Serbin S.I.** Investigation of the thermo-acoustic processes in low emission combustion chamber of gas turbine engine capacity of 25 MW / S.I. Serbin, A.B. Mostipanenko, A.V. Kozlovskiy // Международный журнал об инновациях в судостроении «Shipbuilding & marine infastructure». - Николаев: НУК. – 2014. №1(1). С.127-134.

УДК 621.438

# АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ДЕФЕКТОВ КАМЕР СГОРАНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ ГТД, ВЫЗЫВАЕМЫХ НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ ГОРЕНИЯ

**Автор:** Козловский А.В.,
*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев*

В настоящее время достигнуты значительные успехи по конструированию и отработке камер сгорания (КС) ГТД. Одним из ключевых вопросов в доводке КС является обеспечение устойчивости рабочего процесса, практическое решение которого требует существенных ма-териальных затрат. Вибрационное (пульсационное) горение проявляется в различных формах. Колебания давления и вибрации, вызываемые неустойчивостью горения, в зависимости от механизма её возбуждения и интенсивности могут ограничиться КС или распространиться на другие системы двигателя. Однако и в том и в другом случаях неустойчивость недопустима, поскольку она приводит к быстрому разрушению КС, а иногда и других элементов конструкции.

Вибрационное горение в КС ГТД может приводить к поломке трубопроводов, узлов кре-пления фронтового устройства, к появлению [1] трещин в жаровых трубах и т.п. Резонансные колебания элементов КС, вызванные этими пульсации, могут способствовать возникновению усталостных трещин как жаровых труб, так и лопаток турбин [2]. В жаровых трубах температурные напряжения могут суммироваться с напряжениями от колебаний давления газа и дос-тигать опасных значений, приводящих к разрушениям. Появление местных температурных на-пряжений влечет за собой коробление или растрескивание стенок жаровой трубы. Примеры коробления стенок жаровой трубы приведены на рис.1 [3,4].

Существенным дефектом КС также является возникновение во время пульсационного горения усталостных трещин в наружных кожухах, секци-

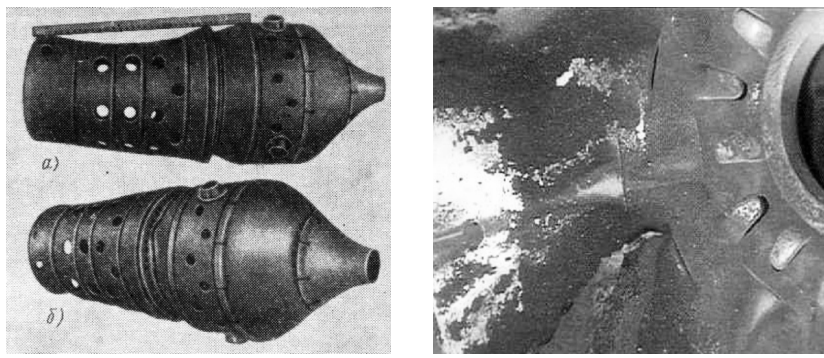



**Рис. 1.** Коробление стенок жаровых труб

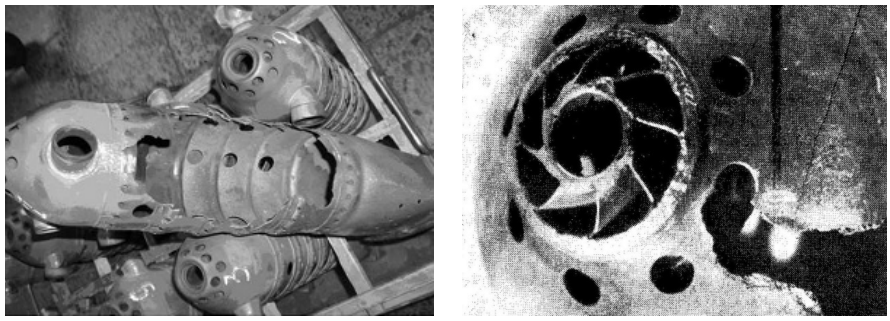


**Рис. 2.** Прогар жаровой трубы

ях жаровых труб и соединительных патрубках как у сварных швов, так и вдали от места сварки [4], разрушение внутренней обе-чайки КС, элементов крепления корпуса КС к сопловому аппарату турбины, появление трещин и деформаций термического происхождения, трещин усталостного характера между отвер-стиями для прохождения воздуха, трещин по сварным швам (в том числе, в местах соедине-ния секций жаровой трубы), прогаров стенок (рис. 2) [5,6].

Могут появляться трещины в жаровой трубе у краев отверстий, служащих для подачи воздуха, или у места окончания наружных фрезерованных ребер. Эти трещины возникают от частых изменений температурного режима работы КС. Нередко трещина имеет круговое рас-пространение и, замыкаясь, приводит к тому, что кусок жаровой трубы отламывается и уносит-ся потоком газов в турбину, вызывая поломку ее лопаток [4,7].

Обеспечение устойчивости процесса горения является серьезной и актуальной задачей, требующей больших материальных затрат и занимает значительную часть времени в общей доводке двигателей. Использование численного эксперимента для прогнозирования режимов вибрационного горения на этапе разработки двигателя позволит значительно сократить такие расходы. Численный эксперимент дает возможность прогнозировать пульсационное горение в камере сгорания ГТД путем моделирования трехмерных химически реагирующих турбулент-ных потоков.

Результаты проведенных ранее численных экспериментов с использованием трехмер-ных математических моделей в камерах сгорания адекватно отражают физико-химические процессы нестационарного горения и могут быть рекомендованы для оптимизации геометри-ческих и режимных параметров низкоэмиссионных камер сгорания. Применение математиче-ского моделирования целесообразно как при создании новых образцов камер сгорания, рабо-тающих на обедненной топливо-воздушной смеси, так и при модернизации существующих ка-мер с целью разработки конструктивных мероприятий, направленных на уменьшение вероят-ности возникновения режимов пульсационного горения.

**Выводы**

Проведен анализ влияния неустойчивости рабочего процесса горения на работу КС ГТД и двигателя в целом на основании обзора отечественных и зарубежных литературных источ-ников. Определены основные дефекты камер сгорания и проточной части ГТД, которые вызы-ваются пульсационным горением.

Прогнозирования режимов вибрационного горения в камерах сгорания ГТД на этапе разработки двигателя, использованием численного эксперимента, позволит значительно со-кратить материальные затраты и время в общей доводке двигателей.

**Список литературы**

1. **Андреев А.В.** Доводка камер сгорания, работающих на газообразном и жидком топливе по отношению к вибрационному горению / А.В. Андреев – М : Альтекс, 2003. – 413 с.
2. **Романовський Г.Ф.** Камери згоряння газотурбінних двигунів: Навчальний посібник / Г.Ф. Романовський, С.І. Сербин – Миколаїв : УДМТУ, 2000. – 259 с.
3. **Чигрин В.С.** Визуальная диагностика элементов проточной части ГТД / В.С. Чигрин, Б.М. Конюхов : Учеб-ное пособие – Рыбинск : РГАТА, 2008. – 51 с.
4. **Скубачевский Г.С.** Авиационные газотурбинные двигатели. Конструкция и расчет деталей / Г.С. Скубачев-ский. - Москва : Машиностроение, 1974. 520 с.
5. **Зырянов А.В.** Разработка метода диагностики камер сгорания ГТД на основе математического моделиро-вания их рабочего процесса / А.В. Зырянов, Н.С. Сенюшкин, В.Ф. Харитонов // Авиационная и ракетно-космическая техника. – Уфа : УГАТУ, 2012. – № 2 (47). С.98–105.
6. **Горелов В. И.** Эксплуатация корабельных газотурбинных установок / В. И. Горелов. – Москва : Воениздат, 1972. 310с.
7. **Иноземцев А.А.** Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Компрес-соры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – Москва : Машиностроение, 2008. – 366с.

УДК 621.438

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ANSYS WORBENCH ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТУПЕНИ КОМПРЕССОРА

Мостипаненко А.Б., Чжоу Ши Чен,
*Украина, Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова*

При проектировании газотурбинного двигателя очень важную роль играют экономические показатели компрессора. Степень сжатия компрессора и КПД ступени в значительной степени влияют на КПД двигателя в целом. Параметры компрессорных ступеней и их расчетные характеристики необходимы для проведения расчетов цикла всей установки.

Проблема в том, что пользуясь полуэмпирическими методиками и готовыми профилями (например NASA) для проектирования лопаток компрессора, получают обычно усредненные характеристики компрессорных ступеней.

Численные методы моделирования позволяют более полно исследовать аэродинамические процессы, происходящие в ступенях компрессора. Ansys Workbench [1] предоставляет необходимые инструменты для этого. Существует возможность производить отдельно расчеты течения в межлопаточных каналах на основе решения уравнений Навье-Стокса [2]. Также, базируясь на этих гидродинамических расчетах, можно проводить прочностные расчеты, в результате которых можно получить напряженно-деформированное состояние лопаток, одновременно нагруженных центробежными силами и давлением на профиле.

В данной работе при помощи программного обеспечения, разработанного на кафедре турбин [5], были спроектированы ступени компрессора и получены формы профилей лопаток.

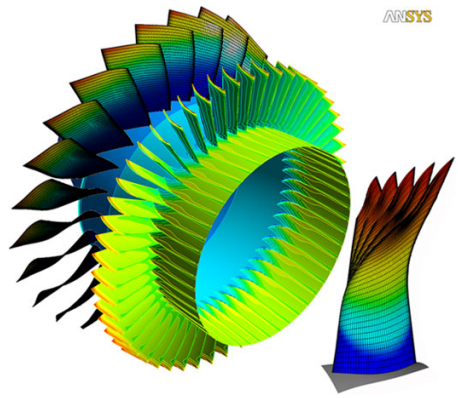



**Рис. 1.** Напряженно деформированное состояние лопаток под воздействием течения в каналах [3, 4]

Были построены необходимые трехмерные модели направляющих и рабочих лопаток компрессора.

В дальнейшем планируется получить расходные характеристики компрессора в зависимости от скорости вращения ротора. Также для одной или нескольких ступеней рассчитать напряженно-деформированное состояние пера лопаток.

Уточненные характеристики компрессорной ступени будут использованы для проектирования газотурбинного двигателя и уточнения параметров цикла.

**Список литературы**

1. ANSYS Workbench Platform. – Режим доступа : http://www.ansys.com/Products/ Workflow+Technology/ANSYS+Workbench+Platform.
2. **Хмельник С.И.** Уравнения Навье-Стокса. Существование и метод поиска глобального решения / С.И. Хмельник. – Израиль. – 2010. – 108 с.
3. ANSYS Workbench CFX. - Режим доступа : http://www.ansys.com/Products/ Simulation+Technology/Fluid+Dynamics/Fluid+Dynamics+Products/ch.ANSYS+ CFX.value
4. Ansys Fluent. 2015 – Режим доступа : http://www.ansys.com/Products/ Simulation+Technology/Fluid+Dynamics/Fluid+Dynamics+Products/ANSYS+Fluent.
5. **Сербін С.І.** Газодинамічний розрахунок осьового компресора в з використанням ПЕОМ: Навч. Посібник / С.І. Сербін, М.П. Седько. – Миколаїв: УДМТУ, 1999. – 51 с.

УДК 621.438

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ЖИДКИХ ПЛЕНОК ТОПЛИВА В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ СУДОВЫХ ГТД

Мостипаненко А.Б., Мамедов Р.Т.,
*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова*

Очень часто при распыливании жидкого топлива часть его попадает на стенку, образуя тонкие пленки. Испарение данных пленок и горение паров топлива может существенно повлиять на процессы в камерах сгорания судовых ГТД, провоцируя высокие температуры возле стенок и приводя впоследствии к прогару стенок камер сгорания.

Поэтому на стадии проектирования необходимо точно прогнозировать образование пленок и их поведение под действием потока рабочего тела в камерах сгорания. Это возможно сделать с помощью численного моделирования.

Существует два подхода к моделированию поведения пленок жидкого топлива. Первый представляет собой расчет двухфазного потока с прямым

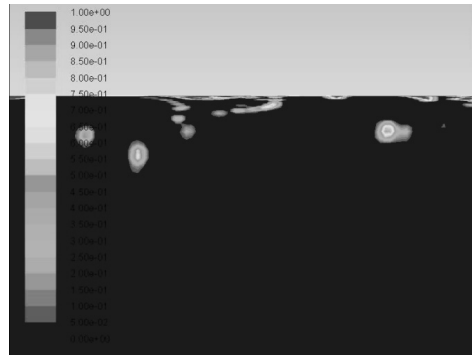



**Рис. 1.** Срыв капель топлива с пленки при скорости противотока воздуха 3 м/с

моделированием поверхности взаимодействия жидкости и газа с использованием VOF модели свободной поверхности [1, 2]. Используя данный подход, было рассмотрено течение жидкой пленки в трубе с воздушным противотоком для определения критической скорости воздуха, при котором происходит срыв пленки топлива, движущейся под действием силы тяжести (рис. 1). Критическая скорость составила 3 м/с. Однако ресурсоемкость данной модели, выявленная при ее тестировании, не дает возможности использовать данный подход для расчетов полномасштабных сложных конструкций, таких как камеры сгорания ГТД.

Существуют, однако, полуэмпирические модели Ейлеровой пленки [3], которые совместно с Лагранжевым подходом моделирования мелкодисперсных капель в потоке газа позволяют приблизится к реальной картине поведения жидких пленок в горелочных устройствах с форсунками.

Используя данные модели, имплементированные в Ansys Fluent [4], удалось промоделировать распыл жидкого топлива форсунками, получить картину течения пленок по стенкам завихрителя и увидеть вторичный срыв, дробление и испарение капель в закрученном потоке воздуха (рис. 2).

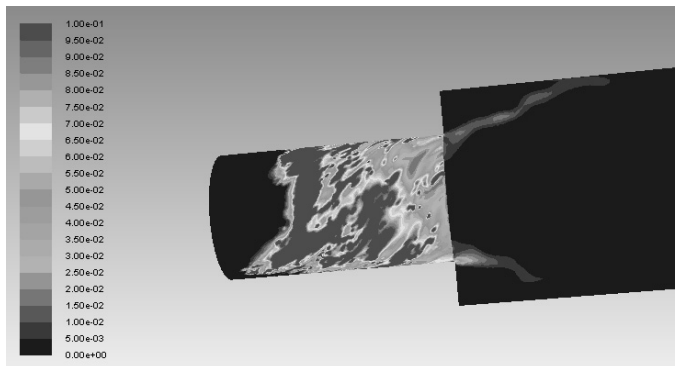



**Рис. 2.** Образование и срыв пленки жидкого топлива

**Выводы**

Проведено сравнение двух подходов к моделированию жидких пленок топлива в горелочных устройствах судовых ГТД, в результате чего отработана методика численного моделирования образования, разрушения и испарения пленок жидкого топлива.

Данная методика позволит избежать возникновения дефектов камер сгорания на стадии проектирования двигателей.

**Список литературы**

1. Jinwon Seo. Multiphase Flow Modeling with Free Surfaces Flow /Jinwon Seo// http://www.ansys.com/staticassets/ANSYS/staticassets/resourcelibrary/presentation/korea-2014ugm-multiphase-flow-modeling.pdf
2. Chapter 10. VOF Free Surface Model // Ansys help.
3. Gilles Eggenspieler. Multiphase Models in ANSYS CFD / Gilles Eggenspieler // http://www.ansys.com/staticassets/ANSYS/Conference/Confidence/San%20Jose/Downloads/mutliphase-summary-3.pdf
4. Ansys Fluent // http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Fluid+ Dynamics/Fluid+Dynamics+Products/ANSYS+Fluent.

УДК 621.311.22

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ ГАЗОВОЗА LNG

**Автор:** Чередниченко А.К.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Несмотря на то, что трубопроводный транспорт остается основным способом доставки природного газа, по прогнозам более 45% данного сырья к 2035 г. будет транспортироваться носителями сжиженного природного газа (LNG) (source: BP ENERGY OUTLOOK 2035). На январь 2015 года в эксплуатации находится почти 400 судов газовозов LNG. За последние 5 лет построено 82 новых судна такого типа. Вложения в строительство новых газовозов LNG и береговой инфраструктуры в период 2015 – 2019 гг. увеличатся на 88% по сравнению с предыдущими 5 годами и составят 259 млрд. US $ (source: Douglas-Westwood, 'World LNG Market Forecast 2015 - 2019').

В процессе перевозки LNG на судах в сутки испаряется 0,1-0,2% объема перевозимого груза (source: Journal of POLISH CIMAC №6, Gdansk, 2011). На современных газовозах LNG испарившийся газ (BOG) может быть обработан в установке повторного сжижения или используется в качестве топлива в энергетической установке.

Термохимическая регенерация сбросного тепла (ТХР) путем конверсии углеводородного топлива позволяет улучшить экономические и экологические характеристики энергетической установки.

Методами математического моделирования исследованы характеристики дизель-газотурбинной энергетической установки с конверсией BOG теплом отходящих газов газотурбинного двигателя для газовоза грузовместимостью 266 тыс. м3. Установка суммарной мощностью 45 МВт включает в свой состав ГТД Siemens Cyclone SGT 400 и три среднеоборотных двигателя Wärtsilä 5L64.

Анализ расхода топлива при работе энергетической установки на конвертируемом в процессе ТХР синтез-газе показывает уменьшение удельного расхода LNG на 4-5%. Состав LNG варьируется в довольно широких пределах, что оказывает влияние на эффективность конверсии. Проведенные расчеты показывают, что для указанного газовоза LNG типа Q-max в грузовом переходе с полной загрузкой испаряется до 180 т груза и этого достаточно, для обеспечения работы установки на режиме полного хода.

Дальнейшие исследования в этой области предполагают оценку эффективности предлагаемой схемы энергетической установки применительно к газовозам, специализирующихся на перевозке сжиженного этана.

УДК 621.438

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА, ЩО ПРАЦЮЄ НА СИНТЕЗ-ГАЗАХ РІЗНОГО СКЛАДУ

**Автори:** Сербін С.І., Гончарова Н.О.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

**Вступ.** Як відомо, при роботі на синтез-газі існуючих камер згоряння ГТД спостерігається збільшення шкідливих викидів, в першу чергу NOx [1]. Одним із шляхів досягнення істотного зниження емісії оксидів азоту є використання послідовного спалювання багатої паливо-повітряної суміші, швидкого змішування та горіння бідної паливо-повітряної суміші. Така технологія, отримала назву RQL (англійська абревіатура від Rich-Burn / Quick-Mix / Lean-Burn) [2-3]. Камери згоряння RQL-типу характеризуються, як відомо, стабільним горінням на всіх режимах роботи ГТД, надійним його запуском та можливістю значного зниження емісії оксидів азоту.

Однак, в даний час при роботі RQL камер згоряння ГТД на синтез-газі практично відсутні дані з організації робочого процесу в подібних камерах, детально не розроблені теоретичні моделі, які дозволяють прогнозувати їх характеристики, а також не розроблено практичних рекомендацій з модернізації існуючих камер згоряння ГТД для здійснення низькоемісійної технології спалювання RQL.

**Основний текст.** В роботі виконано дослідження температурних і емісійних характеристик камери згоряння ГТД потужністю 2,5 МВт, що працює на синтез-газі.

Розрахунки проводилися для трьох варіантів складу паливного газу. Варіант 1 передбачав подачу в камеру згоряння метану, результати його розрахунків

порівнювалися з результатами експериментальних досліджень традиційної камери згоряння дифузійного типу і використовувалися для верифікації кінетичної схеми окиснення вуглеводнів. Варіанти 2 і 3 припускають подачу в камеру згоряння синтез-газу різного компонентного складу з теплотворною здатністю 21791 і 12448 кДж/кг відповідно. Для забезпечення однакової теплової потужності пальникового пристрою, що відповідає номінальному режиму ГТД, витрати синтез-газу були збільшені в порівнянні з витратою метану пропорційно зменшенню теплотворної здатності. Було також збільшено площі прохідних перерізів пальникового пристрою для забезпечення необхідної швидкості витікання синтез-газу з отворів без зриву факела.

Проведені дослідження впливу складу синтез-газу на робочий процес камери згоряння дифузійного типу газотурбінного двигуна потужністю 2,5 МВт показали зниження стабілізуючого ефекту зони зворотних течій при роботі камери на синтез-газі з найменшою (12,45 МДж/кг) теплотворною здатністю.

Встановлено, що заміна природного газу (метану) на синтез-газ для серійної камери згоряння ГТД, здійснювана без істотних конструкторських змін жарової труби, призводить до збільшення викидів токсичних компонентів. Із зменшенням теплотворної здатності синтез-газу і збільшенням швидкості течії робочого тіла в камері згоряння зона утворення NOx зсувається до вихідного перерізу. За рахунок цього розрахункові викиди NOx для варіанту 3 з мінімальною теплотворною здатністю синтез-газу максимальні і становлять близько 200 ppm. Викиди оксидів азоту камери, що працює на синтез-газі, до складу якого входить метан (варіант 2), склали 94 ppm. Розрахункові викиди оксидів азоту в камері, що працює на чистому метані (варіант 1), мінімальні і становлять 66 ppm.

Таким чином, проведене числове дослідження характеристик серійної камери згоряння ГТД потужністю 2,5 МВт при переведенні її на синтез-газ показало необхідність внесення істотних змін у схему організації робочого процесу камери згоряння з метою підвищення стабільності та ефективності її роботи, особливо при роботі на низькокалорійному синтез-газі.

З метою підвищення стабільності процесів горіння низькокалорійних синтез-газів і поліпшення екологічних показників камери згоряння газотурбінного двигуна UGT2500 запропоновано замість традиційної технології дифузійного спалювання паливного газу використовувати двозонну технологію RQL, що визначає необхідність модифікації серійної камери згоряння. Проведено числові розрахунки ряду конструктивних модифікацій камери згоряння ГТД UGT2500, спрямованих на вибір раціональних геометричних і режимних параметрів двозонної камери.

Для зменшення імовірності утворення локальних ділянок в камері зі стехіометричним значенням коефіцієнта надлишку повітря, зменшення підсосів повітря в первинну зону (Rich-Burn) запропоновано перетиснути переріз жарової труби перед отворами підведення первинного повітря. Діаметр відповідної обичайки жарової труби було зменшено на 10 і 55 %.

Проведені розрахунки показали (рис. 1), що для ефективної організації робочого процесу в камері згоряння, яка працює на синтез-газі, інтервал

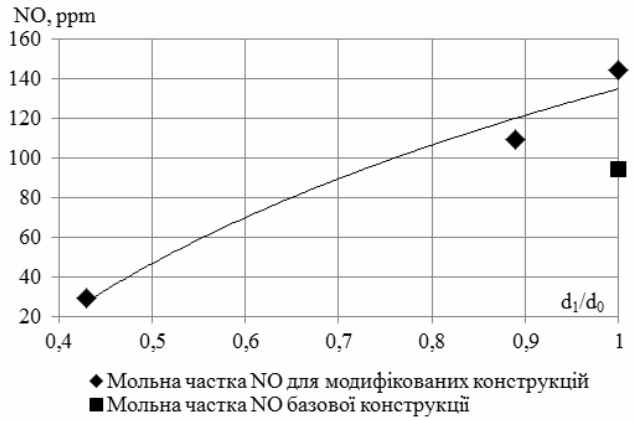



**Рис. 1.** Емісія оксидів азоту NO в камері згоряння, що працює на синтез-газі

відношення діаметра звуженої частини обичайки зони багатого горіння паливоповітряної суміші (d1) до діаметру циліндричної частини (d0) жарової труби становить 0,4-0,55.

**Висновок.** На основі виконаних варіантних розрахунків камери згоряння ГТД UGT2500 потужністю 2,5 МВт, що працює на синтез-газі, розроблено практичні рекомендації щодо вибору раціональних геометричних та режимних параметрів камери, які дозволяють знизити розрахункові викиди оксидів азоту у вихідному перерізі до 29 ppm при збереженні рівня викидів оксидів вуглецю та незначному збільшенні втрат повного тиску в камері, що відповідає сучасним міжнародним екологічним вимогам. Раціональне відношення діаметра звуженої частини обичайки зони багатого горіння паливоповітряної суміші до діаметру циліндричної частини жарової труби становить 0,40-0,55. При цьому має місце зниження емісії оксидів азоту NO у вихідному перерізі жарової труби на 69-36 % відповідно.

**Список літератури:**

1.**Ковецкий В. М.** Газотурбинные двигатели в энергетике. Достижения, особенности, возможности [Текст] / В. М. Ковецкий, Ю. Ю. Ковецкая. – Киев: Науч. кн., 2008. – 254 с.

2. Assessment of rich-burn, quick-mix, lean-burn trapped vortex combustor for stationary gas turbines. journal of engineering for gas turbines and power [Text] / D. Straub, K. Casleton, R. Lewis, T. Sidwell, D. Maloney . – 2005. – pp. 36-40.

3. Research and development of a combustor for an environmentally compatible small aero engine [Text] / H. Moriai, T. Nakae, Y. Miyake, M. Inada // Mitsubishi Heavy Industries. – 2008. – Vol. 45. – № 4. – pp. 9-15.

УДК 621.438

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСУ З ПЛАЗМОВОЮ ПЕРЕРОБКОЮ ВИСОКОЗОЛЬНОГО ВУГІЛЛЯ В СИНТЕЗ-ГАЗ ТА ПОДАЛЬШИМ ВИРОБЛЕННЯМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

**Автори:** Гончарова Н.О., Бурунсуз К.С.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Вступ. Проблема енергетично ефективного та екологічно привабливого використання високозольного вугілля є актуальною як для енергетики України, так і світу [1-2]. Одним з напрямків її вирішення є використання високоефективних теплових двигунів, що потребує попереднього перетворення твердого палива у більш технологічне, наприклад, газове. Парогазові установки на базі газотурбінних двигунів (ГТД) з теплоутилізаційним контуром мають досить високі техніко-економічні показники. В діапазоні потужностей до 100 МВт їх ККД наближений до значення максимального для теплових двигунів.

Використання високозольного вугілля у парогазових установках можливо реалізувати шляхом його газифікації та подальшого спалювання одержаного синтез-газу в газотурбінному двигуні з виробленням енергії та подальшою утилізацією теплоти відпрацьованих газів. Утилізація теплоти на основних стадіях технологічного процесу дає змогу додатково підвищити ефективність використання вугілля.

Основний текст. В рамках наукової роботи розроблено узагальнену схему комплексу з внутрішньоцикловою плазмовою переробкою високозольного вугілля в синтез-газ з подальшим виробленням електроенергії (рис. 1), що дозволяє досліджувати можливості отримання синтез-газу трьома методами газифікації вугілля в прямоточному газифікаторі з плазмовою ініціацією процесу: методом повітряного дуття, з подачею кисню, а також одночасним дуттям водяної пари і кисню.

Для виконання досліджень і вибору раціональних параметрів запропонованої схеми плазмохімічної переробки високозольного кам'яного вугілля в синтез-газ розроблено її узагальнену модель, а також сформовано комплекс розрахункових комп'ютерних програм. Розроблений підхід дозволяє досліджувати і проектувати комплекс під будь-який заданий ГТД необхідної потужності з використанням в якості сировини вугілля різних родовищ, властивості яких відомі.

При виконанні досліджень оцінено вироблення електроенергії для зовнішнього споживача, а також ККД перетворення теплової енергії вихідного вугілля в товарну електроенергію, визначено витрати енергії (рис. 2) у схемі газифікації вугілля для ГТД типу UGT3200 номінальною потужністю 3400 кВт.

Встановлено, що значення корисного виходу електроенергії еквівалентне потужності вихідного ГТД і становить від 3500 до 4300 кВт для різних способів газифікації, причому утилізаційна парова турбіна виробляє від 20 до 30 % всієї потужності.

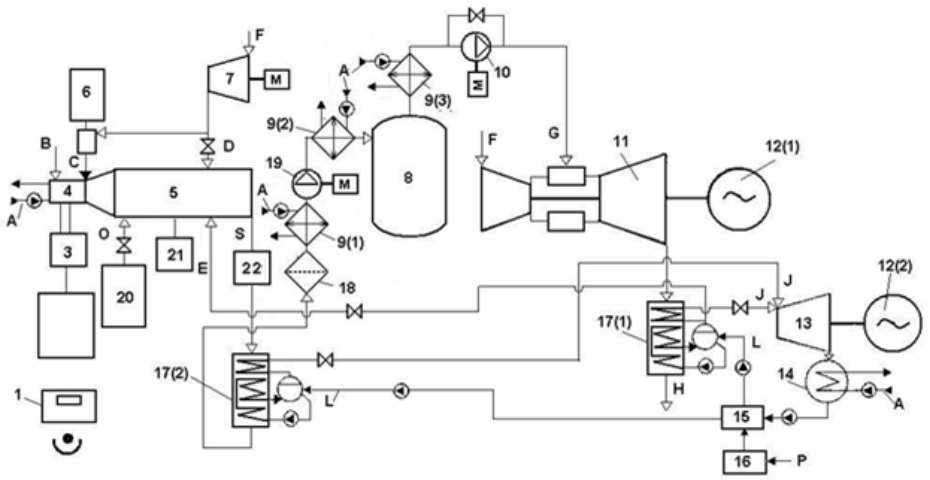
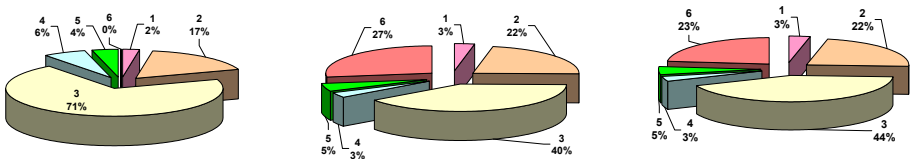



**Рис. 1.** Узагальнена схема комплексу з внутрішньоцикловою переробкою високозольного вугілля в синтез-газ і виробленням електроенергії:
1 – система автоматики; 2 – високовольтний модуль джерела живлення плазмотрона; 3 – високочастотний модуль; 4 – високочастотний плазмотрон; 5 – багатоступінчастий газифікатор вугілля; 6 – вугільний млин; 7 – компресор повітря; 8 – ємність зберігання синтез-газу; 9 (1), 9 (2), 9 (3) – охолоджувачі синтез-газу; 10 – компресор паливного синтез-газу; 11 – ГТД; 12 (1), 12 (2) – електрогенератори; 13 – парова турбіна; 14 – паровий конденсатор; 15 – теплий ящик; 16 – система водопідготовки; 17 (1), 17 (2) – утилізаційні парогенератори (УПГ); 18 – модуль низькотемпературного очищення синтез-газу; 19 – компресор стиснення синтез-газу; 20 – модуль вироблення кисню; 21 – піддон для збору золи; 22 – модуль високотемпературного очищення синтез-газу




*а)* *б)* *в)*

**Рис. 2.** Структура витрат енергії в схемі газифікації вугілля для ГТД UGT3200:
а) повітряне дуття; б) дуття киснем; в) киснево-парове дуття;
1 – потужність на власні потреби теплоутилізаційних контурів ТУК1 + ТУК2; 2 – потужність, що підводиться до плазмотронів; 3 – потужність приводу компресора синтез-газу; 4 – потужність приводу компресора подачі повітря; 5 – витрати енергії на розмелювання вугілля; 6 – витрати енергії на виробництво і подачу кисню

**Висновки.** 1. Розроблено узагальнену схему комплексу з внутрішньоцикловою плазмохімічною переробкою високозольного вугілля, а також сформовано комплекс розрахункових програм, що дозволяє досліджувати і проектувати комплекс під будь-який заданий ГТД необхідної потужності з використанням в якості сировини вугілля різних родовищ, властивості якого відомі. 2. У результаті виконаних розрахунків теплової схеми комплексу на базі вітчизняного ГТД потужністю 3,4 МВт, що працює на синтез-газі, отримані дані стосовно її ефективності. Значення корисного виходу електроенергії еквівалентне потужності вихідного ГТД і становить від 3500 до 4300 кВт для різних способів газифікації, причому утилізаційна парова турбіна виробляє від 20 до 30 % всієї потужності, а ККД перетворення теплової енергії вихідного вугілля в товарну електроенергію – від 29 до 31 %. Максимальний розрахунковий ККД досягається при використанні процесу киснево-парової газифікації.

**Список літератури:**

1. **Тюхай Д. С.** Повышение качества теплоэнергетического мониторинга пищевых предприятий [Текст] / Д. С. Тюхай // Актуальні проблеми енергетики і екології : зб. наук. пр. XIV Міжнар. наук.-техн. конф. – Одеса, 2011. – С. 153-155.

2. Энергетика: история, настоящее и будущее. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики [Текст] / Базеев Е. Т., Билека Б. Д., Васильев Е. П. [ и др.] ; под ред. : В. Н. Клименко, Ю. А. Ландау, И. Я. Сигал. – К., 2011. – 400 с.

УДК 621.438

## ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ ДВИГУНА 1Ч 7,5/6 ЗА РАХУНОК ТЕРМОХІМІЧНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА

Автори: Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Проскурін А.Ю., Митрофанов О.С., Познанський А.С.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Одним з перспективних способів утилізації енергії відхідних газів, який успішно може бути використаний для енергетичних установок на базі ДВЗ з примусовим запалюванням і відповідати всім специфічним вимогам що пред'являються до систем утилізації є термохімічна утилізація (ТХУ) [1,2].

ТХУ являє собою сукупність процесів, спрямованих на використання теплової енергії відхідних газів для здійснення ендотермічної реакції хімічного перетворення (конверсії) палива в суміш горючих газів (CO, $H_2$, $CH_4$ та ін. - синтез-газ). В результаті конверсії хімічна енергія отриманого синтез-газу перевищує енергію вихідного палива на величину утилізованої енергії відхідних газів [3]. Залежно від типу реакції конверсії і наявності додаткових реагентів, теплотворна здатність, наприклад, 1 кг етанолу, може бути збільшена на 6 ... 25% [4].

Ефективність енергетичної установки з системою ТХУ залежить від температурно-енергетичних показників процесу отримання синтез-газу, властивостей вихідного палива, способу хімічного перетворення, складу утвореного синтез-газу, особливостей роботи ДВЗ на синтез-газі, температурно-енергетичного потенціалу відхідних газів та ін.

Для двигуна Robin Subaru EX27D - 1Ч 7,5/6, який входить до складу автономної електростанції було проведено чисельне дослідження параметрів роботи з ТХУ тепла відхідних газів. Даний двигун конвертований для роботи на етанолі.

В якості процесу перетворення етанолу в синтез-газ розглядалася парова конверсії (1) і конверсія по реакції розкладання (2):

$$C_2H_5OH + H_2O = 2CO + 4H_2 \quad (1)$$

$$C_2H_5OH = CO + H_2 + CH_4 \quad (2).$$

Визначені параметри роботи двигуна залежно від режиму навантаження при роботі по навантажувальної характеристиці при n = 3000 хв-1 на етанолі і синтез-газах, отриманих при 100% конверсії по (1) і (2). При роботі двигуна на синтез-газах в порівнянні з етанолом зменшилася номінальна потужність - з 5,75 кВт до 5,08 кВт (13%).

Ефективність ТХУ тепла відхідних газів виконана шляхом порівняння витрат етанолу $g_e$ на двигуні та кількості етанолу, яка витрачається для отримання синтез-газу на відповідному режимі роботи (рис. 1).

Питома витрата етанолу при реакції розкладання знижується при високих ступенях конверсії ξ - 95...100%. За умови здійснення 100% конверсії етанолу в синтез-газ, питома витрата етанолу знижується у всьому діапазоні роботи двигуна на 7...26 г/(кВт×год) (1...5,4%). При паровій конверсії, за рахунок участі води в процесі отримання синтез-газу, питома витрата етанолу знижується на 6...126 г/(кВт×год) (1...23%), і досягається в широкому діапазоні зміни ступеня конверсії ξ - 80...100 %. Однак, при застосуванні парової конверсії необхідна кількість енергії для отримання синтез-газу перевищує теплоту, яка виділяється з газами на даному режимі роботи у всьому діапазоні зміни навантаження двигуна (рис. 2).

Без додаткового джерела тепла застосування парової конверсії етанолу на двигуні з ТХУ проблематично. При застосуванні реакції розкладання необхідна кількість енергії для отримання синтез-газу $\Delta Q_{вг}$ становить близько 40% від теплоти, яка виділяється з газами на даному режимі роботи.

Було виконано дослідження впливу температурного напору на ефективність установки з ТХУ при отриманні синтез-газу по реакції розкладання. Встановлено, що температурний напір, при якому досягається економія етанолу лежить в діапазоні 20…160 °С. Найбільший діапазон роботи двигуна спостерігається при значенні температурного напору 20 °С і становить 25…88% від номінального навантаження (1,4...5,1 кВт), а найменший при 160 °С – 75…88% (4,1...5,1 кВт).

Частка теплоти відхідних газів, яку необхідно утилізувати для отримання синтез-газу $\Delta Q_{вг}$ лежить в межах 38…44%.

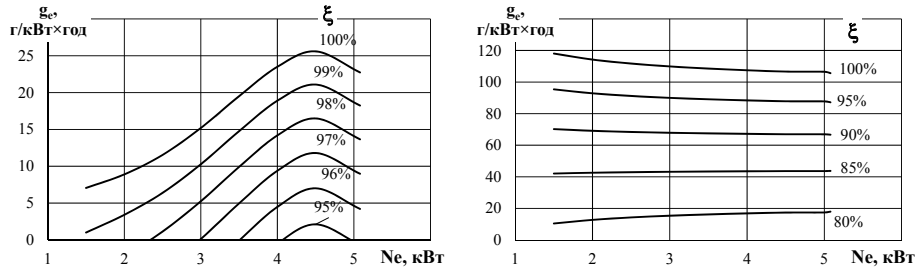



**Рис. 1.** Економія етанолу при роботі 1Ч 7,5 6 з термохімічною утилізацією тепла відхідних газів при різному ступені конверсії ξ:
*а* — синтез-газ отриманий по реакції розкладання; *б* — синтез-газ отриманий паровою конверсією

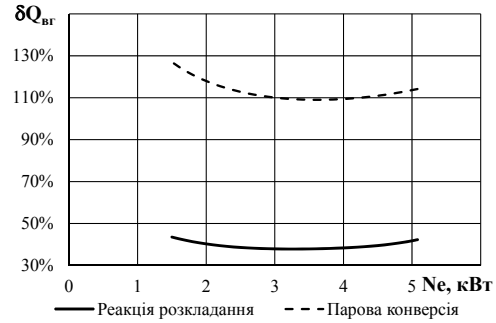



**Рис. 2.** Енергія відхідних газів, яку необхідно утилізувати для отримання синтез-газу

**Висновки**

1. Встановлено, що для ДВЗ 1Ч 7,5/6, що працює на етанолі застосування ТХУ тепла відхідних газів ефективно при конверсії етанолу по реакції розкладання. Зниження витрати етанолу досягається при ступенях конверсії - 95...100% і становить 6...26 г/(кВт×год) (1 ... 5,4%).

2. Визначено, що раціональний температурний напір на вході в термохімічний реактор лежить в діапазоні 20...160 °С. Частка теплоти відхідних газів, яку необхідно утилізувати змінюється в межах 38...44%.

**Список використаної літератури**

1. **Носач, В. Г.** Повышение эффективности использования природного газа в теплоэнергетике с помощью термохимической регенерации [Текст] / В. Г. Носач, А. А. Шрайбер // Промышленная теплотехника. – 2009. – Т.31, №3 – С. 42–50.

2. **Кириллов, В. А.** Применение синтез-газа в качестве добавки к основному топливу в транспортных средствах: состояние и перспективы [Текст] / В. А. Кириллов, Н. А. Кузин, В. В. Киреенков [и др.] // Теоретические осно-

вы химической технологии. – 2011. – №2(45) – С. 139–154.

3. **Хрипач, Н. А.** Термодинамический анализ рабочего цикла двигателя с термохимическим генерированием водородного топлива [Текст] / Н. А. Хрипач, В. Ф. Каменев, В. М. Фомин [и др.] // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – №4(36) – С. 45–50.

4. **Тимошевский, Б. Г.** Эффективность термохимической конверсии углеводородных топлив применяемых в ДВС [Текст] / Б. Г. Тимошевский, М. Р. Ткач, А. Ю. Проскурин // Вісник НУК. – 2011. – №3. – С. 36-42.

УДК 621.438

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЗГОРЯННЯ ДВЗ 2Ч 7,2/6 З ДОБАВКАМИ СИНТЕЗ-ГАЗУ ДО БЕНЗИНУ

**Автори:** Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Познанський А.С., Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Одним з перспективних видів палив для ДВЗ є синтез-газ [1]. Істотним недоліком, який стримує широке використання синтез-газу в якості самостійного палива для ДВЗ, є знижена питома теплота згоряння синтез-газу в порівнянні з традиційними паливами (25-30 МДж/кг), що призводить до зниження потужності двигуна. Одним з можливих рішень проблеми, пов'язаної з втратою потужності, при роботі ДВЗ на синтез-газі є використання синтез-газу в якості добавки до основного палива.

Процес сумішоутворення і згоряння бензину з добавками синтез-газу в циліндрі двигуна 2Ч 7,2/6 вимагає подальшого теоретичного та експериментального дослідження для визначення раціональних параметрів робочого циклу.

Дослідження робочого процесу були проведені на експериментальній установці з двигуном 2Ч 7,2/6 [3]. Використовуваний для роботи двигуна синтез-газ був отриманий шляхом термохімічної парової конверсії біоетанолу. Склад синтез-газу визначався хімічним аналізом за допомогою хроматографа NeoCHROM Class B. Основними компонентами синтез-газу є $H_2$ (43%), CO (34%) і $CH_4$ (23%). Розрахункова питома теплота згоряння синтез-газу склала 28,79 МДж/кг, а густина – 0,63 кг/м$^3$.

Експеримент проведено при добавках синтез-газу до бензину 25%, 28%, 32%, 36%, 58% та 64% за масою.

Експериментальні індикаторні діаграми при роботі двигуна 2Ч 7,2/6 по навантажувальній характеристиці з добавками синтез-газу до бензину 28%, 32% і 64% представлені на рис. 1. Потужність двигуна при цьому складала 3 кВт, частота обертання колінчастого вала - 3000 об/хв. При добавках синтез-газу до бензину коефіцієнт надлишку повітря α лежав у межах 1,1 ... 1,22.

Для опису процесу згоряння використовується напівемпіричне рівняння І.І. Вібе [4]:

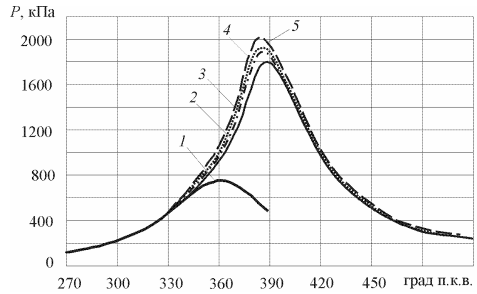



**Рис. 1.** Індикаторна діаграма двигуна 2Ч 7,2/6 при різних добавках синтез-газу до бензину: 1 - лінія стиску без згоряння; 2 - бензин; 3, 4, 5 - добавка синтез-газу 28%, 32% та 64% відповідно

$$x = 1 - \exp\left( \ln(1 - x_z)\left(\frac{t}{t_z}\right)^{m+1} \right), \quad (1)$$

де $x_z$ – коефіцієнт тепловиділення в момент завершення процесу згоряння; $t/t_z$ – відносний час з моменту початку згоряння, який дорівнює безрозмірному куту повороту колінчатого валу двигуна $\varphi/\varphi_z$ при постійній кутовій швидкості; $t_z$ – загальна тривалість згоряння; $m$ – емпіричний коефіцієнт характеру згоряння.

На основі аналізу та обробки експериментальних індикаторних діаграм двигуна 2Ч 7,2/6, що працює на бензині з добавками синтез-газу, запропоновано для знаходження змінного значення m використовувати рівняння прямої:

$$m_i = a \cdot \varphi_i \cdot \frac{\varphi_z'}{\varphi_z} + b, \quad (2)$$

$$a = -0{,}1681 \cdot C_{CГ}^3 + 0{,}284 \cdot C_{CГ}^2 - 0{,}1148 \cdot C_{CГ} + 0{,}0281$$

$$b = 10{,}317 \cdot C_{CГ}^3 - 14{,}877 \cdot C_{CГ}^2 + 5{,}6164 \cdot C_{CГ} + 2{,}5967$$

де $m_i$ – поточне значення показника згоряння по куту повороту; $\varphi_i$ – поточне значення кута періоду згоряння; $C_{сг}$ - добавка синтез-газу, %.

Для визначення тривалості згоряння $\varphi_z$ на основі експериментальних даних для різних значень концентрації водню було запропоновано наступне рівняння:

$$\varphi_z = \varphi_z' + \Delta\varphi \quad (3)$$

$$\varphi_z' = -16{,}315 \cdot C_{CГ}^2 - 2{,}239 \cdot C_{CГ} + 68{,}045$$

$$\Delta\varphi = -46{,}321 \cdot C_{H_2}^2 + 17{,}329 \cdot C_{H_2} + 1{,}234$$

де $C_{H2}$ – концентрація водню у складі синтез-газу.

Характеристики тепловиділення в безрозмірних координатах, а саме частка вигорілого палива і відносна швидкість згоряння від кута повороту колінчастого вала представлені на рис. 2.

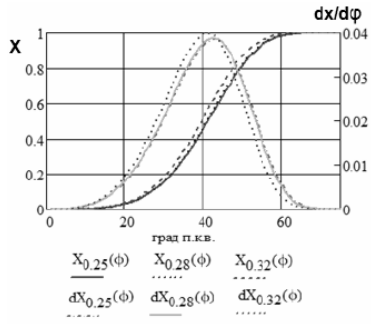



**Рис. 2.** Характеристики тепловиділення в залежності від величини добавки синтез-газу до бензину

Залежно від величини добавки синтез-газу, показник характеру згоряння m лежить в діапазоні 2,4 ... 4,53, а тривалість згоряння $\varphi_z$ – 40 ... 660.

Висновки

1. Встановлено, що для двигунів з іскровим запалюванням, які працюють на бензині з добавками синтез-газу, значення показника згоряння m носить змінний характер. Визначено межі зміни показника згоряння, для ДВС 2Ч 7,2/6, залежно від величини добавки синтез-газу до основного палива $m$ = 2,4 ... 4,53.

2. Добавка синтез-газу до бензину зменшує загальну тривалість згоряння суміші. Так при величині добавки синтез-газу до бензину 64%, для ДВС 2Ч 7,2/6, тривалість згоряння знижується на 39%. Залежно від величини добавки синтез-газу тривалість згоряння φz лежить в діапазоні 40 ... 660.

## Список використаної літератури

1. **Шкалова, В. П.** Применение нетрадиционных топлив в дизелях [Текст] / В. П. Шкалова. – М. : НИАД, 1986. – 85 с.

2. Експериментальне дослідження параметрів поршневого ДВЗ із системою термохімічної конверсії біоетанолу [Текст] / Б. Г. Тимошевський, М. Р. Ткач, О. С. Митрофанов, А. С. Познанський, А. Ю. Проскурін // Двигатели внутреннего сгорания : Всеукраинский научно-технический журнал. – 2011. – № 2. – С. 3–8.

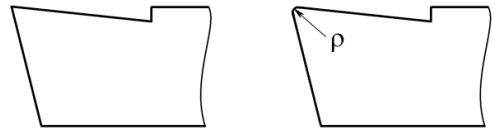
3. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей : учеб. для втузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / Д. Н. Вырубов, Н. А. Иващенко, В. И. Ивин [и др.] ; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1983. – 372 с.

УДК 621.914.

# ВЛИЯНИЕ СИНТЕЗИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ВЕЛИЧИНУ РАДИУСА ОКРУГЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

**Автор:** *Москалев А.А.,*
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

От качества режущих кромок (лезвий) инструмента формируемых в процессе заточки и доводки зависит его работоспособность и качество обработанной поверхности. Геометрически пересечение двух плоских поверхностей должно произойти по строго прямой линии (рис. 1,*а*). Однако, в реальных условиях заточки, переход от передней поверхности к задним осуществляется по кривой, условно принимаемой за дугу окружности, характеризуемой радиусом округления ρ (рис. 1,*б*).




*а* *б*

**Рис. 1.** Схема сопряжения передней и задних поверхностей инструмента.

Следовательно, в реальных условиях инструмент не имеет идеального лезвия. Качество режущей кромки характеризуется шероховатостью, наличием микросколов, а острота лезвия радиусом округления ρ, величина которого зависит как от физико-механических свойств инструментального материала, так и технологических методов заточки, жёсткости механической системы, участвующей в процессе заточки – заточного станка, приспособления, шлифовальных кругов, наличия охлаждения и др.

Оптимальная величина радиуса округления ρ зависит от условий эксплуатации инструмента. При чистовых режимах резания материалов невысокой прочности и твёрдости следует брать меньшее значение ρ, а при обработке твёрдых и прочных материалов нужно увеличивать радиус округления с целью упрочнения режущей кромки и исключения сколов. Существуют рекомендации по выбору оптимальных значений ρ.

В настоящее время с целью повышения работоспособности инструмента широко применяется различные виды износостойких покрытий наносимых на рабочие поверхности инструмента. Наличие покрытий даже небольшой толщины приводит к изменению радиуса округления режущих кромок.

С целью определения влияния износостойких покрытий на изменения радиуса округления лезвия инструмента, были проведены экспериментальные исследования режущих кромок инструмента полученных после заточки и доводки, перед синтезированием твёрдых износостойких покрытий, а также после нанесения покрытий.

Измерение радиуса округления режущих лезвий производилось методом светового сечения с использованием двойного микроскопа МИС-11 В.П. Линника и фотографированием при помощи микрофотонасадки МФН-12.

Полученное изображение режущего клина проектировалось на экран при помощи проекционного аппарата «Свет». Масштаб изображения определялся посредством фотографирования объект-микрометра и последующим его проектированием на экран при адекватных условиях. Следует учесть то, что на световой луч направлен на режущее лезвие под углом 45°. Величина угла режущего клина β в нормальном сечении

$$\beta = arctg\left(\frac{2\sqrt{2}tg\frac{\beta'}{2}}{1-2\left(tg\frac{\beta'}{2}\right)^2}\right),$$

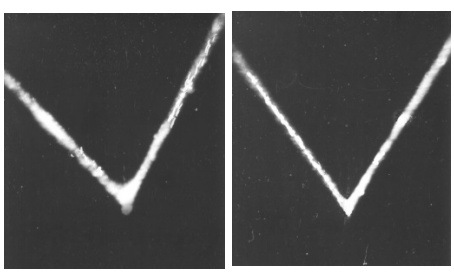
где β – угол клина в световом сечении, проходящем под углом 45°.

Величину радиуса округления режущего лезвия определяли по формуле

$$\rho = \frac{K}{cos\left[arctg\left(\sqrt{2}tg\frac{\beta'}{2}\right)\right]},$$

где $K$ – расстояние от центральной оси симметрии режущего клина до точки соприкосновения прямой с овалом.

Радиусы округления режущих лезвий определяли для инструмента из твёрдого сплава марки Т40. После заточки и доводки алмазными кругами был получен радиус округления ρ = 4…6 мкм. Синтезирование нитридотитанового *TiN* покрытия толщиной 4…6 мкм привело к увеличению радиуса округления до 8…10 мкм, почти в 2 раза (рис. 2).



*а* *б*

**Рис. 2.** Световое сечение режущей кромки инструмента
*а* – с покрытием *TiN*; *б* – без покрытия

Сама режущая кромка, как место сопряжения передней и задней поверхностей является наиболее слабым участком инструмента, на котором зарождаются очаги первоначального износа и часто происходит осыпание, возникновение микросколов и других видов разрушения с последующим возникновением площадок износа, как на передней, так и задних поверхностях, интенсивность изнашивания которых находится в тесной связи с износом самой режущей кромки.

УДК 621.91

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА СТЕПЕНЬ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МЕТАЛЛА ПРИ ТОРЦОВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

**Автор:** Москалев А.П.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

Повышение эффективности механической обработки является актуальной задачей современного машиностроения. В процессе резания обрабатываемый металл подвергается пластической деформации вплоть до предельного состояния, при котором он превращается в стружку. Процесс стружкообразования носит неоднозначный характер и протекает в сложных условиях, сопряжённых с высокой температурой и объёмно-напряжённым состоянием металла в зоне резания. При этом в металле происходят различные физико-механические процессы, вплоть до отделения его частицы от основной массы в форме стружки, геометрические характеристики которой зависят как от физико-механических свойств обрабатываемого материала, так и от вида операции и условий её протекания.

В работе показана корреляционная связь степени пластической деформации срезаемого слоя металла при торцовом фрезеровании и режимами резания в начальном периоде работы инструмента.

Экспериментальные исследования выполнялись при торцовом фрезеровании по схеме лобового резания торцовой фрезой диаметром 250 мм. Режущая часть зубьев оснащалась пластинками твёрдого сплава формы 0823 марки Т15К6.

Обрабатывалась наиболее распространённая в машиностроении сталь 45. Механические свойства, которой представлены в таблице 1.

Учитывая принятую схему резания – лобовое симметричное фрезерование торцовыми фрезами, степень пластической деформации срезаемого слоя металла можно оценивать посредством коэффициента усадки стружки, величина которого определяется весовым методом по формуле

$$\xi = \frac{Q}{abγl},$$

где $Q$ – вес элемента стружки, мг; l – длина взвешиваемого участка стружки, мм; a×b – площадь поперечного сечения среза, мм$^2$; γ – удельный вес обрабатываемого материала (для стали 45 γ = 7,8 мг/мм$^3$).

**Таблица 1.**

| Механические свойства | $\sigma_в$, МПа | $\sigma_т$, МПа | НВ, МПа | δ, % | Ψ, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Сталь 45 | 660 | 42,5 | 1870 | 23,0 | 43,0 |

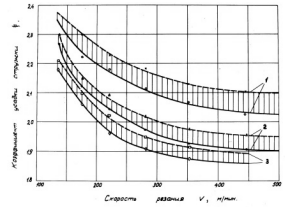


**Рис. 1.** Зависимость коэффициента усадки стружки ξ от скорости резания V (1 – при sz = 0,08 мм/зуб; 2 – при sz = 0,1 мм/зуб; 3 – при sz = 0,13 мм/зуб)

Коэффициент усадки стружки определяли в начальном периоде работы через 3…5 мин работы инструмента (рис. 1) в зависимости от скорости резания при различной подаче.

На рис. 1 представлены три заштрихованные области, обозначенные цифрами 1, 2, 3. Верхними (штриховыми) линиями отмечена обработка рабочих поверхностей инструмента абразивными кругами, а нижние (сплошные) линии обозначают качественную обработку передней и задней поверхности инструмента выполненную алмазными шлифовальными кругами.

Как видно из рисунка деформация металла в начальном периоде работы, как с увеличением скорости, так и подачи снижается. Однако при каждой подаче закономерность влияния скорости резания сохраняется, что можно объяснить повышением температуры в зоне резания с ростом скорости. С увеличением подачи sz, повышается толщина срезаемого слоя, что приводит к снижению степени деформаций, поэтому коэффициент усадки уменьшается.

Установлено, что деформация срезаемого слоя металла в начальном периоде работы зависит от шероховатости передней поверхности. Экспериментальные исследования показали, что шероховатость задней поверхности, хотя не контактирует со стружкой, также оказывает влияние на степень деформации, но уже через радиус округления режущей кромки, т.к. с повышением шероховатости рабочих поверхностей происходит увеличение радиуса округления ρ режущих кромок и соответственно деформации срезаемого слоя металла.

Следует отметить, что на деформацию обрабатываемого материала в зоне резания большое влияние оказывает износ инструмента. В начальном периоде происходит формирование оптимальной структуры механической системы: инструмент-заготовка, поэтому коэффициент усадки достигает наибольшего значения. А в результате «приработки» возникает оптимальная структура системы, что приводит к снижению деформации обрабатываемого материала. В процессе дальнейшей эксплуатации инструмента начинает превалировать такой фактор как износ, поэтому коэффициент усадки увеличивается и этот процесс продолжается до выхода инструмента в предельное состояние.

УДК 629.5.026

# ТРЕНДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ СУДОВОГО ТОПЛИВА

**Авторы:** В.М. Горбов, В.С. Митенкова,
*Национальный университет кораблестроения*

Классификационное общество DNV GL Group в марте 2014 г. опубликовало официальное сообщение о 100 подтвержденном проекте постройки судна, где в качестве топлива используется сжиженный природный газ (СПГ). Несмотря на то, что почти 90 % всего флота на СПГ в тот момент времени эксплуатировалось в территориальных водах Норвегии, руководство одного из ведущих классификационных обществ мира убеждено, что природный газ станет одним из основных топлив для морского транспорта [1]. Это подтверждается регулярным ростом портфеля заказов на строительство новых и модернизацию существующих судов для работы на сжиженном природном газе. По состоянию на май 2015 г. в эксплуатацию было введено 63 судна на СПГ (без учета газовозов) и официально подтверждено 76 проектов по созданию новых [2]. Возрастающий интерес к СПГ как морскому топливу подтверждает и то, что ряд новых судов строится под надзором не только DNV GL Group (Норвегия и Германия), но и Lloyd's Register (Великобритания), American Bureau of Shipping (США), Bureau Veritas (Франция), China Classification Society (Китай), Nippon Kaiji Kyokay (Япония) и Korean Register of Shipping (Южная Корея) [3].

Основной причиной использования сжиженного природного газа вместо морских нефтяных топлив является ужесточение на законодательном уровне требований к выбросам в атмосферу водным транспортом. Так, с 2016 г. вступает в силу ограничение по выбросу оксидов азота Tier III, использование топлив с содержанием серы свыше 0,5% будет запрещено с 2020 г. в Европейском Союзе и с 2025 г. – во всем мире, снижение выбросов диоксида углерода за счет введение индекса энергетической эффективности судов стартовало с 2015 г. Использование СПГ позволяет снизить выбросы SOx на 95-100%, NOx – на 85-90%, CO2 – на 20-25% [4]. Другие сценарии соблюдения экологического законодательства включают применение низкосернистых нефтяных топлив в сочетании с оборудованием для очистки уходящих газов (скрубберов и каталитических нейтрализаторов), а также внедрение на судах энергосберегающих технологий. В ряде случаев применение сжиженного природного газа является экономически более выгодным, чем альтернативные варианты снижения эмиссии оксидов азота, серы и углерода [4].

СПГ можно использовать в двухтопливных и газовых двигателях внутреннего сгорания, которые в соответствии с потребностями рынка производят крупнейшие машиностроительные компании: Mitsubishi, Rolls Royce, Wärtsilä, MAN. Например, газовый двигатель Mitsubishi GS12R-PTK был установлен на пароме GLUTRA – первом судне на СПГ, не являющимся газовозом, газовый двигатель Rolls Royce – на пароме The Stavangerfjord, двухтопливный дизель Wärtsilä – на пароме The Viking Grace.

Сфера использования природного газа в качестве морского топлива не ограничивается только паромами, охватывая все новые типы судов (рис. 1). Портфели заказов расширяются за счет таких типов, как контейнеровозы, танкеры, газовозы, применение СПГ на которых требует решение значительного количества новых задач [2]. К таким задачам относятся особые требования к пожарной безопасности танкеров и газовозов в отношении судовых помещений для размещения криогенных цистерн с природным газом. Выбор типа емкостей для хранения СПГ для судов с большой установленной мощностью двигателей и длительной продолжительность рейса (контейнеровозы) является еще одной актуальной задачей при проектировании или модернизации, т.к. криогенные цистерны занимают на судне больший объем по сравнению с танками жидкого топлива. Кроме того, в течение рейса СПГ испаряется, что может привести к опасному повышению давления в топливных емкостях, если газ регулярно не отбирается (что обязательно следует учитывать для судов с высокой автономностью плаванья).

Криогенные жидкости на судах можно перевозить в танках типа А (мембранные), В и С, второй тип обычно устанавливают на газовозах для перевозки груза, третий – используется в качестве топливных цистерн. С учетом необходимости в отдельном помещении для размещения и вспомогательного оборудования танки типа С занимают на судне наибольший объ-

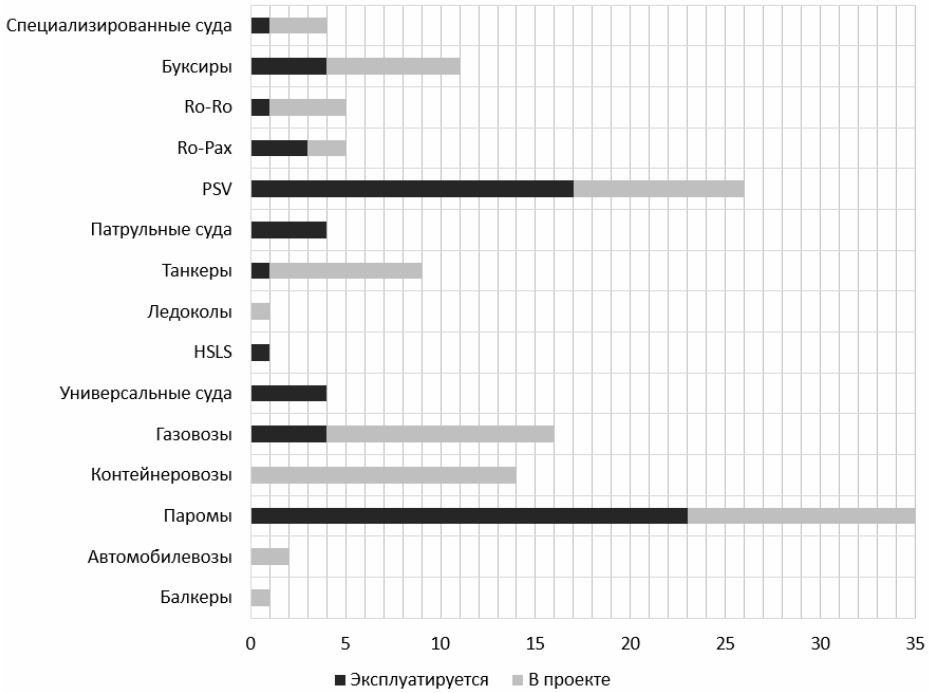



**Рис. 1.** Суда, работающие на сжиженном природном газе, по типам (HSLS – высокоскоростные легкотоннажные суда, PSV – суда для обслуживания буровых платформ)

ем пространства, что снижает полезный объем который можно использовать для транспортировки грузов и пассажиров. Данный недостаток осложняет использование танков такого типа на судах с большой продолжительностью рейса. Использование танков типа В в качестве топливных цистерн на таких судах может потребовать установки дополнительного оборудования для регазификации. Поэтому для крупнотоннажных судов с высокой автономностью плавания (в первую очередь, для контейнеровозов) планируется устанавливать мембранный танки призматической формы вместо цилиндрических типа С. Особенности криогенных емкостей также влияют на характеристики систем продувки инертными газами, вентиляции помещений для их хранения, оборудования для регазификации и т.д. [5].

Падение цен на нефть и, как следствие, на нефтяные топлива, не снизило экономической привлекательности природного газа, т.к. цены данный энергоноситель в большинстве случаев коррелируются со стоимостью сырой нефти.

Основным недостатком, сдерживающим широкое распространение СПГ в качестве морского топлива, является необходимость создание в портах дополнительной инфраструктуры для хранения и бункеровки природного газа, что требует больших капиталовложений. Такие терминалы присутствуют в основном в Западной Европе, в других регионах мира они находятся на стадии постройки или обсуждения целесообразности их создания. В состав припортовой инфраструктуры кроме трубопроводов, насосов и танков для хранения топлива должны включаться грузовики-заправщики (для бункеровки с причала) или суда-заправщики. Первое судно «SeaGas» такого типа появилось только в 2013 г.  Проведение бункеровочных операций с СПГ и последующее обслуживание оборудования газотопливной системы требует дополнительной подготовки и сертификации членов команды, которые выполняют эти операции [6].

**Выводы.** Приведенный выше анализ позволяет сделать вывод, что использования сжиженного природного газа в качестве морского топлива является восходящим устойчивым трендом. Падение цен на нефть не снизило интереса к этому энергоносителю в отличие от других альтернативных топлив.

Кроме 63 судов, которые уже эксплуатируются на СПГ, к 2018 г. планируется ввести в эксплуатацию еще 76. Значительно расширилась номенклатура судов, которые проектируются или модернизируются под использование газообразного топлива, в том числе и за счет крупнотоннажных судов с высокой автономностью плавания (контейнеровозы, танкеры, газовозы). Хотя до недавнего времени СПГ применялся преимущественно на судах с короткой рейсовой линией. Все ведущие производители судовых двигателей выпустили на рынок модели, приспособленные для работы на природном газе. Кроме DNV GL Group к СПГ проявляют интерес и другие ведущие классификационные общества, под надзором которых проектируются новые судна на данном топливе.

При использовании СПГ на судах с длинной рейсовой линией особо актуальным является вопрос выбора типа криогенных емкостей для топлива

с учетом занимаемого на судне объема, расположения помещений для их хранения и соблюдения требований классификационных обществ.

Основным сдерживающим фактором применения природного газа на судах является отсутствие необходимой инфраструктуры для бункеровки во многих портах мира, особенно за пределами Западной Европы, что пока ограничивает рейсовые линии, на которых могут эксплуатироваться суда на СПГ. Применение нового вида топлива требует дополнительной подготовки членов команды для возможности проведения бункеровочных операций и обслуживания топливных и вспомогательных систем.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. We have reached 100 LNG fueled ships [Electronic resource] // http://blogs.dnvgl.com/lng/2014/03/reached-100-lng-fueled-ships/

2. In Focus – LNG as Ship Fuel [Electronic resource] / DNV GL Group, 2015 // http://production.presstogo.com/fileroot7/gallery/dnvgl/files/original/124feddb807045969b3071a55f73c80b/124feddb807045969b3071a55f73c80b_low.pdf.

3. Würsig G.-M. The LNG fuel solution in shipping [Electronic resource] / DNV GL Group, 2015 // http://www.shipping2015.com/postprogram/Tuesday/Wursig.pdf.

4. LNG fuelled ships as a contribution to clean air in harbours [Electronic resource] / Clean North Sea Shipping, 2013 // http://cnss.no/wp-content/uploads/2013/08/CNSS-LNG-report-4mb.pdf.

5. Würsig G.-M. LNG fuel tank – benefits and challenges [Electronic resource] / DNV GL Group, 2013 // http://www.lngbunkering.org/sites/default/files/2013%20DNV%20LNG%20fuel%20tank%20%E2%80%93%20benefits%20and%20challenges.pdf.

6. LNG Bunkering: Technical and Operational Advisory [Electronic resource] / American Bureau of Shipping, 2015 // http://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/2015/LNG_Bunkering%20Advisory.pdf.

## РОЗРАХУНОК ВОДНЕВОГО ДЕТАНДЕРУ ЯК ЕЛЕМЕНТА УТІЛІЗАЦІЙНОЇ МЕТАЛОГІДРІДНОЇ УСТАНОВКИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

**Автори:** М. Р. Ткач, Б. Г. Тимошевський, Ю. М. Галинкін,
*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова*

Одним з ефективних способів утилізації тепла малообертових ДВЗ, з метою вироблення додаткової механічної або електричної потужності, є використання утилізаційних металогідридних установок безперервної дії. Невід'ємною складовою таких установок є водневий детандер.

Робочим тілом утилізаційної металогідридної установки безперервної дії є гідридна суспензія, що складається з металогідридного матеріалу, розміщеному в інертній до реакції поглинання/виділення рідині. Для ство-

рення гідридних суспензій, можна використовувати різні гідрідоутворюючі матеріали. Основними термодинамічними параметрами таких матеріалів є питома ентальпія гідрідоутворення ΔH і питома ентропія гідрідоутворення ΔS [1]. Замість ентропії гідрідоутворення ΔS часто ви користовують євідестантний параметр – температура при тиску 1 атмосфера (0,1 МПа) – T* [2].

В рамках даного дослідження, розглядався ряд металогідридних матеріалів з питомою ентальпією гідрідоутворення ΔH = 0..40 МДж / (моль H2) і T* = 270..320 К.

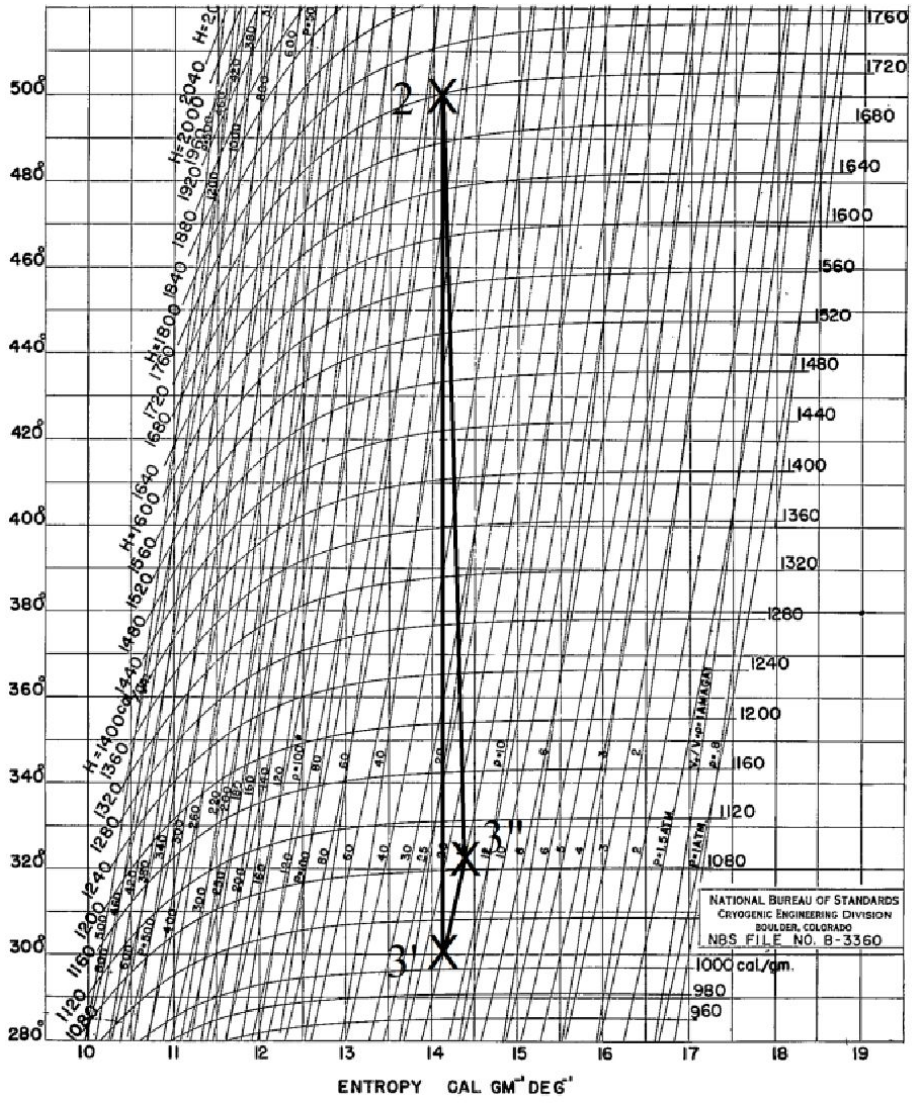



**Рис. 1.**

При максимальній температурі десорбції Тд = 500 К, і температурі охолоджуючого теплоносія Тохл = 300 К, залежно від виду використовуваного металогідридного матеріалу, тиск десорбції може досягати 150 МПа, а адсорбцію водню можна виробляти при тиску 0,1 МПа.

При визначенні наявного теплоперепада в розширювальних машинах, робоче тіло, як правило, розглядається як ідеальний газ. При цьому теплоперепад (водень розглядається як ідеальний газ), визначений за такими залежностями:

$$\Delta H_{IG} = C_p T_2 (1 - (p2/p3)^{-m})$$

$$m = (k - 1)/k$$

$C_p$=14300 Дж/(кг К) , $k$ = 1,667 [5]

У вітчизняній та зарубіжній літературі не вдалося виявити кількісний параметр, який враховує вплив реальних властивостей водню на ефективність водневих детандерів. Однак такий підхід для водневих детандерів може містити в собі істотну неточність через значну відмінності властивостей водню від властивостей ідеального газу в області параметрів, що розглядається, рис. 1 [3].

Для врахування реальних властивостей водню, використовується коефіцієнт неідеальності, який являє собою відношення теплоперепадів, отриманих при розгляданні водню як реального газу і як ідеального газу.

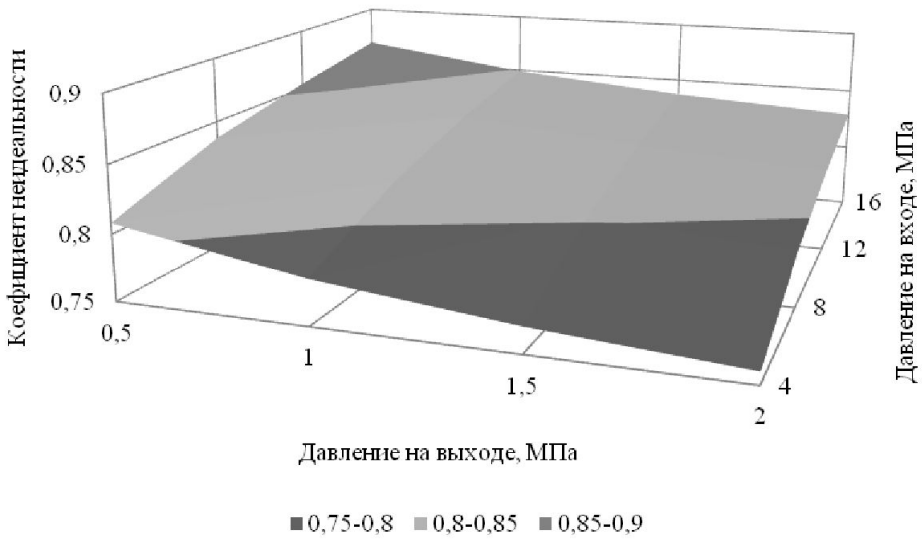



**Рис. 2.** Значення коефіцієнта неідеальності водню при температурі на вході 500 К.

$$K_{neid} = \Delta H_{H2} / \Delta H_{IG}$$

Тоді реальний теплоперепад визначається по залежності

$$\Delta H_{IG} = (C_p T_2 (1 - (p2/p3)^{-m}))K_{neid}$$

Для діапазону тисків на вході в водневий детандер P2 = 4 ... 16 МПа, тисків на виході з РМ P3 = 0,5 ... 2 МПа, коефіцієнт неідеальності Kneid змінюється від 0,75до 0,95. Зміна температури водню на вході в водневий детандер Т2 з 500 К до 400 К веде до зміни коефіцієнта неідеальності на 0,2 ... 0,6%, рис 2

**Список літератури:**

1. **Колачёв, Б.А.** Сплави-накопичувачі водню [Текст]: Довідник / Б.А. Колачёв, Р.Е. Шалін, А.А. Ільїн. - М: Металургія, 1995. - 384 с.

2. **Тарасов, Б.П.** Методи зберігання водню і можливості використання металогідридів [Текст] / Б.П. Тарасов, В.В. Бурнашева, М.В. Лотоцький, В.А. Яртись // Альтернативна енергетика та екологія / Міжнародний науковий журнал. -2005, № 12. - с.с. 14-37.

3. T-S – Діаграма водню [Єлектронний ресурс] / http://www0.bnl.gov/magnets/staff/gupta/cryogenic-data-handbook/Section3.pdf

УДК 621.833

## ВЛИЯНИЕ ЗУБЧАТЫХ МУФТ НА ЭФФЕКТИВНЫЙ КПД ГТА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕКОСОВ ОСЕЙ СОЕДИНЯЕМЫХ ВАЛОВ

**Авторы:** *А.П. Попов, О.И. Савенков,*
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Повышение надежности судовых энергетических установок (СЭУ), работающих в условиях перекосов осей соединяемых валов машин и механизмов, за счет повышения надежности деталей, узлов и агрегатов, входящих в их состав, является актуальной задачей, решение которой предопределяет улучшение эксплуатационных характеристик и повышение технико-экономических показателей судовых энергетических установок.

Одной из проблем, неизбежно возникающих в процессе эксплуатации судовых энергетических установок, является перекос осей соединяемых валов газотурбинных агрегатов (ГТА). Указанные перекосы отрицательно влияют на передачу эффективной мощности от главного двигателя судовому валопроводу. Кроме того, расцентровки осей судовых агрегатов приводят к перегруженности не только промежуточных, но и выходной и входной валов соответственно двигателя и редуктора, а также опорных подшипников, что в свою очередь негативно сказывается на безотказности, долговечности и ремонтопригодности, как судовых агрегатов, так и судна в целом. Увеличение указанных перекосов приводит к необходимости перецентровок осей

судовых агрегатов, во избежание дорогостоящих перецентровок применяются компенсирующие устройства.

На сегодняшний день, компенсация вредного влияния указанных перекосов осей, в подавляющем большинстве случаев, осуществляется путем применения традиционных конструкций судовых зубчатых муфт, с бочкообразными наружными и прямыми внутренними зубьями втулок и обойм соответственно [1].

Влияние перекосов осей соединяемых валов ГТА на зубчатые муфты, на стадии проектирования, как правило, не учитывается, что, по-видимому, связанно с относительно невысокими потерями мощности на трение в зубчатых муфтах ($\varphi_0$ = 0,003…0,007, что соответствует $\eta_{м.тр}$ = 0,993…0,997) в сравнении с зубчатыми передачами ($\varphi_0$ = 0,2…0,4, что соответствует $\eta_р$ = 0,96…0,98) в начале срока эксплуатации судовых агрегатов. Однако в процессе эксплуатации указанных зубчатых муфт [1] в условиях перекосов осей, ухудшаются условия смазки трущихся поверхностей зубьев, и как следствие возрастают потери мощности на трение и снижается их к.п.д., что в следствии приводит к снижению к.п.д. редуктора и в целом негативно сказывается на работоспособности ГТА.

Исходя из вышеприведенной информации, очевидна необходимость учитывать к.п.д. зубчатых муфт на стадии проектирования с учетом заданных углов перекосов осей, наиболее целесообразно рассчитывать к.п.д. муфт совместно с к.п.д. редуктора:

$$\eta_{р.} = \eta_п \cdot \eta_{м1} \cdot \eta_{м2},$$

где $\eta_п$ – к.п.д. механической передачи (примем $\eta_п$ = 0,98); $\eta_{м1}$, $\eta_{м2}$ – к.п.д. зубчатых муфт соответственно на выходном валу двигателя и входном валу редуктора.

В данной работе вместо традиционной [1] предлагается конструкция зубчатой муфты с бочкообразными наружными зубьями втулки и симметрично скошенными под определенным углом к горизонтальной линии внутренними зубьями обоймы [2]. Рассматриваемая конструкция зубчатой муфты характеризуется повышенными значениями к.п.д. по сравнению с традиционными зубатыми муфтами вследствие равномерного распределения усилий между сопряженными парами зубьев в условиях перекоса осей соединяемых валов и улучшенными условиями смазки.

Исходя из [3], зависимость КПД рассматриваемой зубчатой муфты [2] имеет вид:

$$\eta_{м.тр} = 1 - \frac{2\psi\, f_{тр}}{\cos\alpha_w}\left\{\frac{\pi \sin\gamma}{2\gamma} + \frac{R\psi^2}{4\delta_\Sigma F_t}\left[\left(1 - \frac{\sin\gamma}{\gamma}\right)\frac{\sin 2\gamma}{2} + \gamma - \sin\gamma\right] + \right.$$

$$\left. + \frac{R\psi_0\psi}{\delta_\Sigma F_t}\left(\frac{\sin^2\gamma}{\gamma} - \frac{\gamma}{2} - \frac{\sin 2\gamma}{4}\right)\right\}.$$

При угле скоса $\psi_0 = 0$ зависимость (1) примет вид, характерный для традиционных зубчатых муфт с бочкообразными наружными и прямыми внутренними зубьями [1]:

$$\eta_м = 1 - \frac{2\psi f_{тр}}{\cos\alpha_w}\left\{\frac{\pi\sin\gamma}{2\gamma} + \frac{R\psi^2}{4\delta_\Sigma F_t}\left[\left(1 - \frac{\sin\gamma}{\gamma}\right)\frac{\sin 2\gamma}{2} + \gamma - \sin\gamma\right]\right\}.$$

Для определения эффективного к.п.д. ГТА воспользуемся зависимостью [4]:

$$\eta_e = \frac{3600}{C_{Ne}\cdot H_u},$$

где $C_{Ne}$ – удельный расход топлива на ГТА, кг/(кВт·ч); $H_u$ – низшая теплотворная способность топлива, кДж/кг.

Опуская промежуточные выкладки, проведем расчет по определению эффективного к.п.д. газотурбинного агрегата мощностью $N_e$ = 16500 мВт по методике [4] с учетом влияния перекосов осей соединяемых валов, с использованием традиционной и предлагаемых зубчатых муфт (табл.1).

**Таблица 1**

| Угол перекоса осей $\psi\cdot10^3$ рад | КПД традиционной муфты $\eta_{м.тр}$ | КПД предлагаемой муфты $\eta_р$ | КПД редуктора с традиционными муфтами $\eta_{р.тр}$ | КПД редуктора с предлагаемыми муфтами $\eta_р$ | Эффективный КПД ГТА с традиционными муфтами $\eta_{е.тр}$ | $\eta_е$ Эффективный КПД ГТА с предлагаемыми муфтами $\eta_е$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9800 | 0,9798 | 0,3640 | 0,3640 |
| 2,50 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9794 | 0,9794 | 0,3638 | 0,3638 |
| 5,00 | 0,9993 | 0,9994 | 0,9786 | 0,9788 | 0,3635 | 0,3636 |
| 7,50 | 0,9985 | 0,9990 | 0,9771 | 0,9780 | 0,3629 | 0,3633 |
| 10,0 | 0,9974 | 0,9985 | 0,9749 | 0,9771 | 0,3621 | 0,3629 |
| 12,5 | 0,9956 | 0,9978 | 0,9714 | 0,9757 | 0,3608 | 0,3624 |
| 15,0 | 0,9931 | 0,9970 | 0,9665 | 0,9741 | 0,3590 | 0,3618 |
| 17,5 | 0,9898 | 0,9959 | 0,9601 | 0,9720 | 0,3566 | 0,3610 |
| 20,0 | 0,9844 | 0,9941 | 0,9497 | 0,9685 | 0,3528 | 0,3597 |
| 22,5 | 0,9798 | 0,9928 | 0,9408 | 0,9659 | 0,3495 | 0,3588 |
| 25,0 | 0,9729 | 0,9907 | 0,9276 | 0,9619 | 0,3446 | 0,3573 |

Зубчатые муфты характеризуются следующими данными: $z$ = 46 – число зубьев; $m$ = 6 мм – модуль; $\alpha_w = 20^o$ – угол зацепления; $R$ = 2700 мм – радиус бочкообразности наружных зубьев.

Как видно из табл.1 предлагаемые зубчатые муфты [2] менее чувствительны к расцентровкам осей соединяемых валов, чем традиционные [1], и

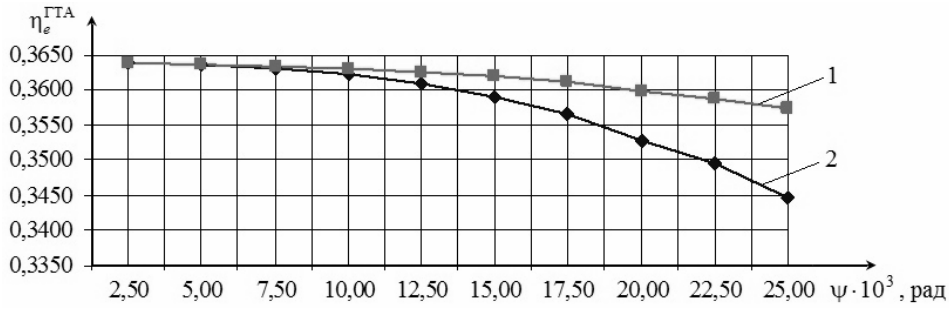



**Рис. 1.** Зависимости изменения эффективного КПД ГТА от увеличения угла перекоса осей соединяемых валов, с учетом предлагаемых (1) и традиционных (2) зубчатых муфт

при их применении потери при передаче механической энергии меньше, а эффективный к.п.д. ГТА выше (рис.1).

Следует отметить, что на практике углы перекосов осей соединяемых валов судовых агрегатов достигают величин порядка $\psi = 10 \cdot 10^{-3}$ рад, что эквивалентно примерно 0,6º, что касается углов перекоса превышающих $10 \cdot 10^{-3}$ рад, то они встречаются крайне редко и связаны со специфическими условиями эксплуатации судов.

Предлагаемая конструкция зубчатой муфты с бочкообразными наружными зубьями втулки и симметрично скошенными под определенным углом к горизонтальной линии внутренними зубьями обоймы характеризуется меньшими потерями на трение примерно в 3 раза по сравнению с традиционными муфтами, в условиях расцетровок осей, что позволяет уменьшить потери эффективной мощности, при её передаче валопроводу. и тем самым повысить коэффициента полезного действия ГТА.

**Список использованной литературы.**

1. **Попов А.П.** Зубчатые муфты в судовых агрегатах [Текст] / А.П. Попов – Л.: Судостроение, 1985. – 240с. 2. **А.с. 1504394 СССР.** Зубчатая муфта [Текст] / А.П. Попов – 4089604/31 – 27; заявл. 09.07.86; опубл. 30.08.89, Бюл. № 32. 3. **Савенков О.И.** Коэффициент полезного действия зубчатых муфт судовых энергетических установок [Текст] / О.И. Савенков // Тези доповідей Міжнародної науково - технічної конференції «Судова енергетика: стан та проблеми» – Миколаїв: НУК, 2013. – С.122 – 125. 4. **Романовський Г.Ф.** Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів [Текст] / Г.Ф. Романовський, М.В. Ващиленко, С.І. Сербін. Навчальний посібник – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 304 с.

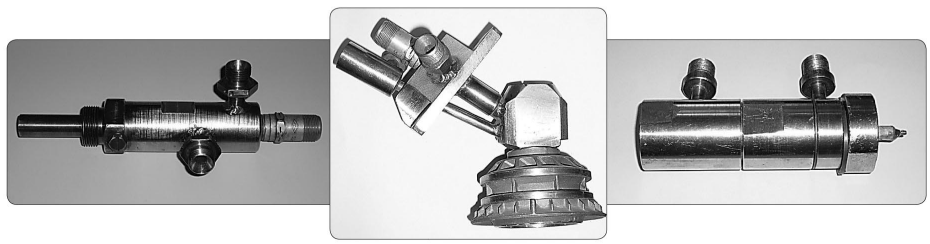


Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

# ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

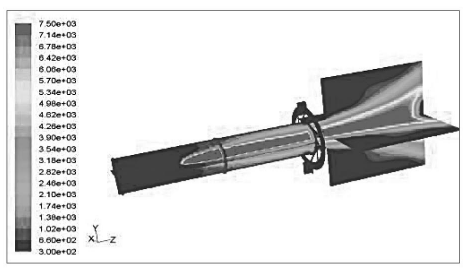
### Разработка плазмохимических устройств повышения эффективности сжигания топлива для судовой и стационарной энергетики

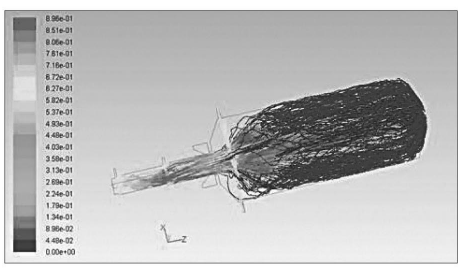


### Создание плазмохимических топливно-воздушных форсунок



### Теоретические исследования плазмохимической газификации




Промышленные образцы систем плазмохимической подготовки углеводородных материалов и интенсификации горения изготавливаются серийно в Национальном университете кораблестроения и успешно эксплуатируются в составе более пятисот газотурбинных агрегатов, выпускаемых ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект» (ГТ-750-6М, ГТК-10, ГТНР-10, ГТН-25, ГТН-16, ГПУ-6, ГТН-6, ГПУ-10, ГПА-16 (ДЖ-59), ГПА-16 (ДГ-90), ГПА-6,3 (ДТ-71), ГПА-25 (ДН-80)). Проведенные исследования позволяют разработать теоретические основы процесов получения синтез-газа и его использования в качестве топлива в камерах сгорания ГТД.


**просп. Героев Сталинграда, 9, каб. 455** ◆ **г. Николаев, Украина, 54025**
**тел.: +38 (0512) 70-91-13** ◆ **e-mail: serhiy.serbin@nuos.edu.ua**


**Подробная информация: nuos.edu.ua/science/**

# Секція 5.
# ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

УДК 621.577+697.1

## ОПТИМАЛЬНІ УМОВИ РОБОТИ ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ У ПОЄДНАННІ З ҐРУНТОВИМИ ТЕПЛООБМІННИКАМИ

**Автори:** Безродний М.К., Притула Н.О., Перевьорткін Р.В.
*НТУУ «КПІ» м. Київ*

Використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) світова спільнота розглядає як один із найбільш перспективних шляхів вирішення зростаючих проблем енергозабезпечення. Наявність невичерпної ресурсної бази та екологічна чистота НВДЕ є визначальними їх перевагами в умовах вичерпання ресурсів органічного палива та зростаючих темпів забруднення довкілля.

З метою зменшення залежності України від імпортних енергоносіїв потрібно впроваджувати енергоефективні технології та забезпечити ширше застосування НВДЕ за допомогою теплонасосної технології. На сьогоднішній день теплові насоси (ТН), без сумніву, є найбільш перспективними серед джерел нетрадиційної енергетики для вирішення проблем енергозбереження завдяки можливості використовувати поновлювану енергію з навколишнього середовища. Застосування джерел теплоти на базі теплонасосних установок (ТНУ) в системах теплопостачання у сферах, де це впровадження раціональне й конкурентоспроможне, дасть змогу комплексно вирішити енергетичні, економічні, екологічні й соціальні проблеми, актуальні для України.

Так, теплота довкілля у вигляді теплоти грунту енергетика є досить перспективним джерелом енергії для України. Ґрунт є найбільш універсальним джерелом низькопотенціальної теплоти, який на глибині 5 м зберігає впродовж усього року постійну температуру на рівні 8–12 ºС, забезпечуючи, таким чином, ефективну роботу ТН [1,2]. Для вилучення теплоти з ґрунту та використання його як нижнього джерела теплоти для теплонасосних систем (ТНС) теплопостачання застосовуються горизонтальні (ГГТО) та вертикальні (ВГТО) ґрунтові теплообмінники (Рис.1).

В існуючих методиках [2–4] затрати електроенергії на привід компресора ТН і на циркуляційний насос нижнього контуру визначаються окре-

мо. Їх сума визначає затрати зовнішньої енергії на роботу ТНС опалення. Однак, слід відмітити, що при відомому значенні теплової потужності ТН $Q_{\text{і т}}$ та температурі теплоносія в системі опалення $t_{\text{ê}}$, які визначаються самим об'єктом теплопостачання на основі розрахунку теплових втрат приміщення в навколишнє середовище та обраної системи теплопостачання зміна температури теплоносія $t_{\text{ò}}^{\text{âèõ}}$ на виході з випарника ТН є неоднозначною і потребує визначення.

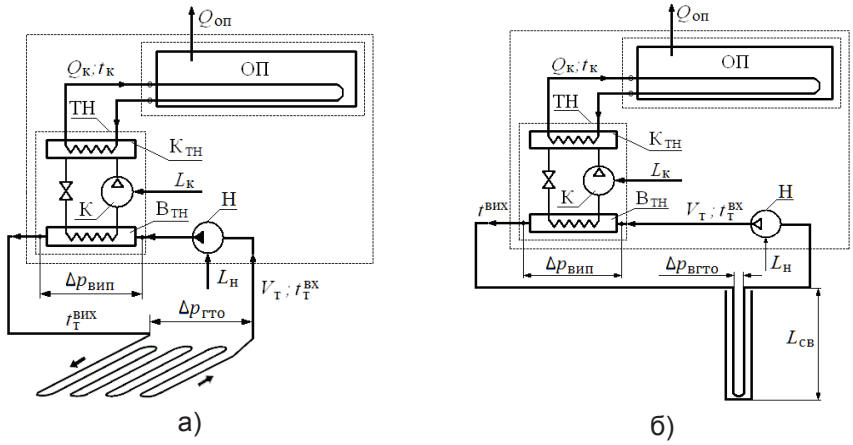



**Рис. 1.** Принципова схема ТНС опалення з використанням теплоти ґрунту за допомогою (ГТО) (а) та ВГТО (б): ОП – опалюване приміщення, ТН – тепловий насос, Ктн – конденсатор ТН, Втн – випарник ТН, К – компресор, Н – насос, $L_{\text{ê}}$ – робота приводу компресора ТН, $L_{\text{í}}$ – робота приводу насоса, $L_{\text{ñâ}}$ – глибина свердловини.

Це зумовлено тим, що кількість теплоти, відібраної від нижнього джерела у випарнику ТН, залежить як від різниці температур на вході та виході з випарника ТН, так і від витрати теплоносія у нижньому контурі ТНУ. Так, наприклад, при постійному значенні температури води на виході з конденсатора ТН зміна температури теплоносія на виході з випарника ТН приводить до зміни умов роботи й затрат енергії на привід компресора ТН, а при заданому значенні величини теплової потужності ТН $Q_{\text{і т}}$ зміна вище вказаної температури на виході з випарника ТН приводить до необхідності зміни об'ємної витрати теплоносія та, відповідно, швидкості теплоносія у нижньому контурі ТНУ, що у свою чергу викликає зміну затрат енергії на привід циркуляційного насоса.

У зв'язку з тим, що затрати енергії на привід компресора ТН та на насос при зміні температури теплоносія на виході з випарника ТН змінюються в протилежних напрямках, мають існувати оптимальні умови роботи ТНУ, яким відповідають мінімальні сумарні затрати зовнішньої енергії на ТНС опалення в цілому. Таким чином, ТНС опалення з використанням теплоти грунту привертають до себе увагу і потребують детального вивчення, оскільки для кожного окремого об'єкта ці системи мають проектуватися індивідуально, тому виникає необхідність у визначенні характеристик

ґрунтових теплообмінників, які б забезпечували мінімальні питомі затрати електроенергії на ТНС опалення в цілому.

В результаті числових досліджень, що базуються на аналізі системи рівнянь затрати енергії та теплового балансу окремих елементів теплонасосної схеми отримано співвідношення між характеристиками ГТО (довжина труби одного контуру, діаметр труби, швидкість руху теплоносія) та ВГТО (глибина свердловини, діаметр труби, швидкість руху теплоносія), що забезпечують мінімум сумарних енергетичних затрат на теплонасосну схему опалення при заданих умовах їхнього застосування (інтенсивність відбору теплоти від ґрунту, теплофізичні характеристики теплоносія, температурні умови роботи ТНС) [5–7].

Отримано, що оптимальні характеристики ГТО залежать в основному від типу ґрунту, глибини свердловини, слабо залежать від теплофізичних характеристик теплоносія в нижньому контурі і практично не залежать від температурних умов роботи ТНС [6, 7].

Визначені співвідношення характеристик ґрунтових теплообмінників можуть бути використані на стадії проектування ТНС опалення з використанням теплоти ґрунту для забезпечення їх максимальної енергетичної ефективності.

**Перелік посилань:**

1. **Безродний М. К.** Теплові насоси та їх використання [Текст] : навч. посіб. / М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.

2. **Гершкович В. Ф.** Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП “Энергоминимум”, 2009. – 60 с.

3. **Гершкович В. Ф.** Кое-что из американского опыта проектирования тепловых насосов / В. Ф. Гершкович // Тепловые насосы. – 2011. – № 1. – С. 12–19.

4. **Кордас О.** Моделирование энергетических характеристик геотермальных систем / О. Кордас, Е. И. Никифорович // Прикладна гідромеханіка. – 2014. – № 1. – С. 42–52.

5. **Безродний М. К.** Оптимальна робота теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 1. – С. 7–12.

6. **Безродний М. К.** Оптимальні характеристики ґрунтових теплообмінників для теплонасосних систем теплопостачання / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 2. – С. 24–29.

7. **Безродний М. К.** Оптимальні умови роботи вертикальних ґрунтових теплообмінників для теплонасосних систем теплопостачання / М. К. Безродний, Н. О. Притула, Р. В. Перевьорткін // Енергетика: економіка, технології, екологія / Науковий журнал. – 2014, – № 4. – С. 34 – 43.

УДК 536.423.4

# ГРАНИЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ РОЗПИЛЮЮЧОЇ ФОРСУНКИ В ГАЗОКРАПЕЛЬНИХ КОНТАКТНИХ УТИЛІЗАТОРАХ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ

**Автори:** Безродний М.К., Рачинський А.Ю. НТУУ
*«КПІ» м.Київ*

Серед багатьох проблем при вирішенні задач ефективного використання вторинних енергоресурсів одне із важливих місць займає проблема використання теплоти низькотемпературних відхідних газів енергетичних і технологічних агрегатів та пристроїв. Відомо, що одним із шляхів ефективного вирішення цієї проблеми є застосування утилізаційних контактних апаратів. При цьому практичне застосування набули конструкції плівкових контактних апаратів з різними насадками. Проте в літературі показано, що можуть мати переваги утилізаційні контактні апарати газокрапельного типу [1].

Генераторами крапель в таких системах використовують відцентрові форсунки, які характеризуються високою ефективністю глибокого розпилення рідини. При роботі форсунки в режимі утилізації теплоти парогазової суміші важливо забезпечити режим роботи системи без випаровування рідини з поверхні крапель, що може мати місце при досягненні граничної температури підігріву води за умов охолодження парогазової суміші до температури мокрого термометра. В зв'язку з цим були проведені експериментальні дослідження граничних умов ефективної роботи газокрапельної системи з відцентровою форсункою. Для цього була створена експериментальна установка для дослідження процесів тепло- і масообміну з наступними основними елементами: контактна камера, камера змішування, відцентрова механічна форсунка, вентилятор, котел, електричні нагрівники та контрольно-вимірювальна апаратура.

Дослідження температури нагріву води були проведені в умовах охолодження пароповітряної суміші за допомогою стандартної відцентрової форсунки №26 [2] в діапазоні зміни надлишкового тиску води на вході в форсунку P=(0,2 – 0,6) МПа і температури 6…15 0С. Гідравлічні характеристики форсунки в умовах її використання були попередньо досліджені в роботі [3]. Параметри парогазового потоку були наступними: температура на вході в контактну камеру становила 105 0С, витрата повітря змінювалась від 20 до 150 м3/год, об'ємна доля водяної пари в суміші – від 2 до 45 %.

В результаті проведених досліджень встановлена залежність (Рис. 1) граничної температури нагріву води на виході з газокрапельного контактного апарату від об'ємної долі водяної пари парогазового потоку в діапазоні, характерному для умов роботи контактних утилізаторів теплоти відхідних газів як котельних агрегатів, так і паро- газотурбінних установок (після котла-утилізатора).

Отримані дані свідчать про те, що максимальна температура нагріву води залежить тільки від початкової об'ємної долі водяної пари в парогазовій суміші на вході в апарат і не залежить від тиску води перед форсункою в

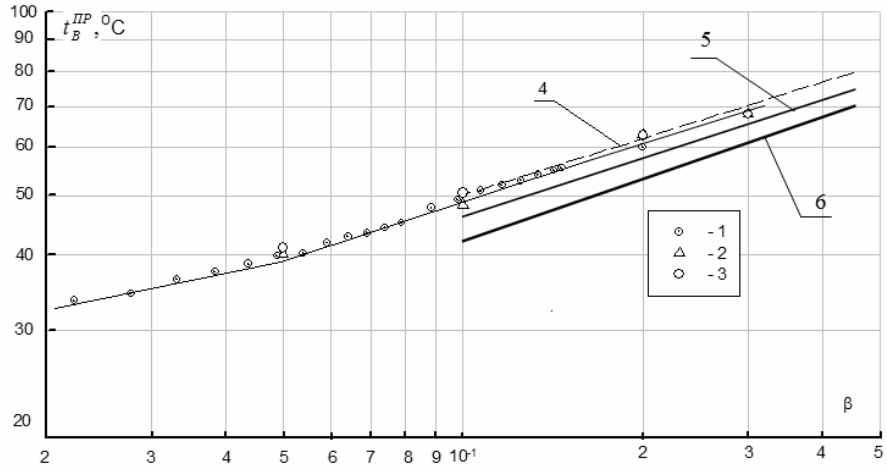



**Рис. 1.** Залежність максимальної температури нагрітої води від об'ємної долі водяної пари в парогазовій суміші β на вході в установку при надлишковому тиску води перед форсункою: *1* – Р=0,6 МПа; *2* – Р=0,4 МПа; *3* – Р=0,2 МПа; *4* – для протитоку плівки води і газу за даними [4], *5* – для проточного барботажного шару [5], *6* – для висхідної прямоточної течії плівки води і газу [6].

діапазоні (0,2 - 0,6) МПа, характерному для звичайного режиму роботи централізованої водопровідної мережі.

Показана можливість використання отриманої залежності для розрахунку граничних значень парогазового потоку, що обмежують область ефективної роботи контактного апарату з конденсацією пари і відсутністю режиму випаровування з поверхні крапель нагрітої води.

Отримані результати можуть бути використані як методична основа для подальших досліджень процесів тепломасообміну в області ефективної роботи газокрапельної системи і створення методики розрахунку контактних апаратів газокрапельного типу для утилізації теплоти відхідних газів.

**Перелік посилань:**

1. **Галустов В. С.** Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – .240 с.

2. **Хавкин Ю.И.** Центробежные форсунки. – Л.: Машиностроение. – 1976. – 168 с.

3. **Безродный М. К., Голияд Н. Н., Барабаш П. А., Рачинский А. Ю., Голубев А. Б.** Некоторые характеристики распыла центробежных форсунок контактных утилизаторов отходящих газов капельного типа. – Промышленная теплотехника, 2013, т. 35, № 6. - с. 31 – 38.

4. **Аронов И. З.** Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа. Л.: Недра. 1990.

5. **Безродный М. К., Костюк А. П., Голияд Н. Н.** Контактный тепломасообмен в проточном барботажном слое. – Промышленная теплотехника, 2011,т. 33, №7, с. 53 – 54.

6. **Безродный М. К., Назарова И. А., Хавин С. А.** Тепломасообмен при конденсации водяных паров из парогазовой смеси в восходящем потоке с пленкой жидкости. – Промышленная теплотехника, 2003, т. 25, № 4. – с. 26-30.

УДК 621.438.13:621.57

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРА ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ГТУ

**Автор:** Кантор С.А.,
*ПАО «Завод «Экватор», г. Николаев*

С повышением температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на входе термодинамическая эффективность ГТУ снижается (удельный расход топлива $b_e$ возрастает, а мощность падает), поэтому его охлаждение позволяло бы поддерживать высокую топливную экономичность ГТУ при повышенных $t_{нв}$. Для этого целесообразно использовать холод, полученный за счет теплоты отработанных газов. В качестве таких термотрансформаторов применяют теплоиспользующие холодильные машины (ТХМ).

Эффективность трансформации теплоты в холод в ТХМ характеризуется тепловым коэффициентом $\zeta$ – отношением генерируемой холодопроизводительности $Q_0$ к потребляемой теплоте, например газов $Q_г$. Так, тепловой коэффициент эжекторных холодильных машин (ЭХМ) $\zeta$ = 0,15…0,35, что намного ниже, чем абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машин (АБХМ): $\zeta$ = 0,6…0,8. В то же время глубина охлаждения воздуха помимо располагаемой теплоты и эффективности ее трансформации в холод зависит еще и от температуры хладоносителя, подаваемого в воздухоохладитель на входе ГТУ. В АБХМ можно охладить воздух до температуры $t_{в2}$ ≈15 °С (температура холодной воды $t_{хв}$ = 7…10 °С), а в ЭХМ на низкокипящем рабочем теле (НРТ)-хладоне (температура кипящего хладона $t_0$ = 0…5 °С) – до $t_{в2}$ = 10 °С и ниже.

Исследованию охлаждения воздуха на входе ГТУ трансформацией теплоты отработанных газов в холод посвящено немало публикаций. Однако в них тепловой коэффициент термотрансформатора либо принимался постоянным и не учитывалось изменение климатических условий эксплуатации, а соответственно, и тепловой нагрузки (холодопроизводительности) термотрансформатора, либо же вопросы выбора рациональной установленной (спецификационной) холодопроизводительности и других характеристик термотрансформатора, обеспечивающих максимальную экономию топлива в условиях ограниченного теплового потенциала сбросной теплоты, вообще не ставились.

В ГТУ регенеративного типа с нагревом сжатого воздуха перед камерой сгорания газами после турбины температура отработанных газов сравнительно невысокая (около 250 °С), что резко сужает воз-

можности получения холода, особенно при невысокой эффективности трансформации теплоты.

Цель исследования – определение рациональных характеристик трансформации теплоты отработанных газов теплоиспользующей холодильной машиной охлаждения воздуха на входе ГТУ с учетом климатических условий эксплуатации.

В качестве примера приведены статистические данные по изменению температуры $t_{нв}$, относительной влажности φ и влагосодержания $d$ наружного воздуха в течение июля 2011 г. для с. Любашевка, Николаевская обл., где расположена Южнобугская компрессорная станция (КС). Согласно им в течение суток имеют место весьма существенные колебания температуры $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха, причем в противоположных направлениях, когда максимумам температур соответствуют минимумы влажности. Поскольку процессы охлаждения влажного воздуха сопровождаются конденсацией водяных паров, то отвод теплоты конденсации связан с дополнительными (по сравнению с охлаждением сухого воздуха) затратами холодопроизводительности $Q_0$ . С целью обобщения результатов в дальнейшем вместо абсолютных величин холодопроизводительности $Q_0$ рассматриваются удельные, приходящиеся на единичный расход воздуха ($G_в$ = 1 кг/с) или газа, величины холодопроизводительности (холодильной мощности) $q_0 = Q_0 / G_в = \xi\, c_{вл}\, (t_{нв} - t_{в2})$, кВт/(кг/с), где $c_{вл}$ – теплоемкость влажного воздуха; ξ – коэффициент влаговыпадения, представляющий собой отношение полного количества теплоты (разности энтальпий воздуха на входе и выходе из воздухоохладителя), отведенной от влажного воздуха в воздухоохладителе (ВО), к количеству явной теплоты, определяемому разностью температур по сухому термометру $t_{нв} - t_{в2}$ . Значение коэффициента влаговыпадения ξ определяет направление процесса охлаждения воздуха в ВО и зависит от снижения температуры воздуха $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ , а также уменьшения влагосодержания $\Delta d = d_{нв} - d_{в2}$ , которые, в свою очередь, – от соответствующих относительных влажностей $\varphi_{нв}$ и $\varphi_{в2}$ , а также $t_{нв}$ и $t_{в2}$ , меняющихся в течение суток. Величина ξ = 1 соответствует условиям охлаждения без выпадения влаги.

Расчеты показали, что удельные холодопроизводительности $q_{0.10}$ , требуемые для охлаждения наружного воздуха на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС в ЭХМ на величину $\Delta t_{10}$ , практически не превышают $q_{0.10}$ = 35 кВт/(кг/с) в течение июля 2011 г., а до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБХМ: $q_{0.15}$ = 25 кВт/(кг/с).

Поскольку холодопроизводительность $q_0$ , требуемая для охлаждения влажного воздуха на входе ГТУ, зависит от ее затрат на конденсацию водяных паров, характеризуемую коэффициентом влаговыпадения ξ: $q_0 = \xi\, c_{вл}\, (t_{нв} - t_{в2})$, который, в свою очередь, – от температуры $t_{нв}$ и относительной влажности φ наружного воздуха, сильно меняющихся в течение суток, то при определении рациональных характеристик процессов охлаждения воздуха на входе ГТУ и трансформации теплоты отработанных газов ГТУ в холод следует учитывать изменение коэффициента влаговыпадения ξ и, как следствие, холодопроизводительности $q_0$ в течение суток, месяца и так на протяжении всего года.

Показано, что экстремумы $\xi$ и $t_{нв}$ (соответственно и $\Delta t$ ) взаимно противоположны. Чем меньше глубина охлаждения, $\Delta t_{15}$ , тем больше сближение во времени максимальные удельные тепловые нагрузки $q_{0.15}$ на воздухоохладитель и температуры $t_{нв}$ , и наоборот, чем больше глубина охлаждения, $\Delta t_{10}$ , тем больше смещение во времени максимальных тепловых нагрузок $q_{0.10}$ (наступает позже) и температуры $t_{нв}$ , что вызвано увеличением затрат холода на конденсацию водяных паров из воздуха (увеличением скрытой теплоты конденсации с возрастанием $\varphi$ и $\xi$ ).

При этом, исходя из противоположной направленности экстремумов $\Delta t$ и $\xi$ , суточным максимумам $\Delta t$ и $q_0$ соответствуют близкие минимальным значениям коэффициенты влаговыпадения $\xi$.

Получено, что значения коэффициента влаговыпадения $\xi$ в процессе охлаждения наружного воздуха от текущей наружной температуры температуры $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 ºС (в ЭХМ) лежат в основном в диапазоне $\xi$ =1,5…2,0, а снижения температуры наружного воздуха $\Delta t_{10}$ в ЭХМ (до $t_{в2}$ = 10 ºС) и $\Delta t_{15}$ в АБХМ ($t_{в2}$ = 15 ºС) в диапазонах $\Delta t_{10}$ = 15…20 ºС и $\Delta t_{15}$ = 10…15 ºС.

Поскольку имеют место значительные суточные колебания величины снижения температуры наружного воздуха $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ в результате его охлаждения в ТХМ, а следовательно, получаемого эффекта за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ в виде сокращения удельного потребления топлива $\Delta b_e$ и соответствующих затрат удельной холодопроизводительности $q_0$ , то необходимо решать задачу определения рациональной установленной (спецификационной) холодопроизводительности (холодильной мощности) $Q_0$ и, соответственно, ее удельной величины $q_0$ , обеспечивающей достижение максимальной годовой экономии топлива. Иначе при завышенных $Q_0$ и $q_0$ будет иметь место невысокий коэффициент использования ТХМ (эксплуатация не на полную мощность и, следовательно, завышенные капитальные затраты на ТХМ), а при заниженных $Q_0$ и $q_0$ , наоборот, – недоохлаждение воздуха на входе ГТУ при повышенных его температурах $t_{нв}$ (в часы пиковых тепловых нагрузок на ТХМ).

Рассчитаны данные по удельной, приходящейся на 1 кВт мощности, экономии топлива $B_{т.у1}$ для ГТУ (спецификационная мощность 10 МВт) за счет охлаждения воздуха на входе от текущей наружной температуры $t_{нв}$ до разных конечных температур $t_{в2}$ : $t_{в2}$ = 15 ºС – в АБХМ; $t_{в2}$ = 10 ºС – в ЭХМ в зависимости от удельных, приходящихся на единичный расход воздуха, затрат холодильной мощности $q_0 = \xi\, c_{вл}\, (t_{нв} - t_{в2})$, кВт/(кг/с), при разных конечных температурах охлажденного воздуха $t_{в2}$ . При этом учитывали, что для ГТУ типа ДН70 (10 МВт), как и газотурбокомпрессорного агрегата ГТК-10-4 Южнобугской компрессорной станции (с. Любашевка, Николаевская обл.), при снижении температуры воздуха на входе на 1 °С удельный расход топлива уменьшается на величину $\Delta b_e$ = 0,7 г/(кВт·ч).

Показано, что для рассматриваемых климатических условий при охлаждении воздуха на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС при удельной (приходящейся на единичный расход воздуха $G_в$ = 1 кг/с) холодильной мощности ЭХМ $q_0$ = 34 кВт/(кг/с) значения удельной, приходящейся на 1 кВт мощно-

сти, экономии топлива $B_{т.10}$ за 2011 г. составляют 25 кг/кВт при сохранении высоких темпов ее наращивания. Из-за падения темпов наращивания $B_{т.10}$ после $q_0$ = 34 кВт/(кг/с) не происходит заметного возрастания $B_{т.10}$ : при увеличении $q_0$ от 34 до 40 кВт/(кг/с) (18 %) величина $B_{т.10}$ возрастает всего лишь на 1 кВт/(кг/с) (4 %). В то же время 18 %-е увеличение холодильной мощности ЭХМ вызывает существенное возрастание капитальных затрат. Удельную холодильную мощность ЭХМ $q_0$ = 34 кВт/(кг/с) можно считать рациональной и исходя из нее выбирать полную установленную холодильную мощность термотрансформатора в соответствии с расходом воздуха через ГТУ: $Q_0 = G_в \cdot q_0$ , кВт.

Поскольку тепловой коэффициент ЭХМ ζ значительно меньше его величины для АБХМ и при сравнительно невысоком тепловом потенциале отработавших газов регенеративных ГТУ ($t_{уг} \approx 250$ ºС) может ограничивать глубину охлаждения воздуха на входе ГТУ $\Delta t$ , то необходимо решать задачу определения верхней температуры в силовом (прямом) цикле ЭХМ, т.е. температуры кипения НРТ в генераторе паров высокого давления $t_г$ (температуры рабочего, силового, пара эжектора) и соответственно температуры теплоносителя – выпускных газов (горячей воды как промежуточного теплоносителя между выпускными газами и кипящим НРТ) после испарительной секции генератора при известных температурах уходящих газов на входе генератора ($t_{г1} = t_{уг} = 250$ ºС после ГТУ), температуры кипения НРТ $t_0$ в испарителе-охладителе воздуха на входе ГТУ (принимаем $t_0$ = 5 ºС) и конденсации НРТ $t_к$ (принимаем $t_к$ = 35 ºС при охлаждении конденсатора ЭХМ с градирней мокрого типа).

При температуре кипения R142b в генераторе tг = 105 ºС и практически максимальном коэффициенте влаговыпадения ξ = 2,0 (из установленного диапазона значений ξ = 1,5…2,0) удельная холодопроизводительность ЭХМ $q_0$ = 34 кВт/(кг/с), что соответствует ее рациональной величине. При этом снижение температуры воздуха $t$ = 18 °С, что также близко к ее максимальным величинам в течение июля 2011 г. В случае использования воды как промежуточного теплоносителя для отвода теплоты от уходящих газов ГТУ в утилизационном водогрейном котле минимальное значение температуры воды после испарительной секции генератора ЭХМ должно выбираться исходя из температуры кипения R142b не ниже tг = 105 ºС (на 5…10 ºС выше чем tr ), т.е. горячая вода должна циркулировать при повышенном давлении.

Предложен метод определения рациональных характеристик термотрансформатора для охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ, в частности, рациональной установленной (спецификационной) холодильной мощности, температур кипения НРТ в генераторе ЭХМ и промежуточного теплоносителя (горячей воды), обеспечивающие максимальную экономию топлива в условиях ограниченного теплового потенциала сбросной теплоты отработанных газов.

УДК 621.433:621.57

# ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДЕНСАТА В ПРОЦЕССАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

**[1]Радченко А.Н., [2]Стахель А., [1]Прядко А.И.**
*1Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

*2Западно-Померанский технологический университет, Польша*

В тригенерационных установках производства трех видов энергии (электроэнергии, тепла и холода) широкое применение находят газовые двигатели (ГД). Такие ГД выпускаются в виде когенерационных модулей с теплообменниками для отвода сбросной теплоты масла, охлаждающей воды рубашки, наддувочной газовоздушной смеси (ГВС) после турбокомпрессора (ТК) и выпускных газов. Помимо прямого потребления на разные нужды эта теплота используется для получения холода с помощью теплоиспользующих холодильных машин (ТХМ). В установках автономного энергообеспечения это, как правило, абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ). Поскольку с повышением температуры воздуха на входе топливная эффективность ГД ухудшается (возрастает удельный расход топлива), то часть получаемого холода используют для охлаждения приточного воздуха машинного отделения (МО), откуда воздух поступает на всасывание ТК ГД.

Однако из-за больших объемов приточного воздуха МО, теплопритоков извне и тепловыделений от самих когенерационных газовых модулей поддержание температуры воздуха на входе ГД при высоких температурах наружного воздуха становится проблематичным либо требует больших затрат холода.

При этом снижается также эффективность работы системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС с градирнями сухого типа, в которых отвод теплоты от замкнутого промежуточного контура водяного охлаждения ГВС к наружному воздуху осуществляется с низкой интенсивностью теплообмена и, как следствие, при значительных температурных напорах. Необходимость применения таких аппаратов, а не градирен мокрого типа с непосредственным контактом наружного воздуха и охлаждаемой воды обусловлено жесткими требованиями к чистоте воды на входе низкотемпературного охладителя наддувочной смеси $ОНС_{нт}$ , которая должна циркулировать по замкнутому, изолированному от внешней среды, контуру.

Поэтому при высоких температурах воздушного потока на входе градирни система оборотного охлаждения не в состоянии демпфировать повышение температуры воздуха на входе ГД и поддерживать требуемые температуры ГВС на входе в рабочие цилиндры двигателя, что приводит к ухудшению его топливной эффективности.

Очевидно, что снижение температуры наружного воздуха tнв на входе градирни сухого типа до температуры мокрого термометра $t_м$ его увлажне-

нием до состояния насыщения путем распыления в нем дистиллированной воды могло быть решением проблемы охлаждения циклового воздуха ГД.

Исследования проведены для установки автономного энергообеспечения с использованием сбросной теплоты масла, охлаждающей воды рубашки ГД, наддувочной ГВС ГД и выпускных газов в АБХМ, охлаждением наддувочной ГВС в градирне сухого типа, а АБХМ – в градирне мокрого типа. Тригенерационная установка включает два когенерационных ГД JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт), АБХМ и теплоиспользующие кондиционеры холодо-производительностью по 350 кВт и объемным расходом воздуха по 60000 м$^3$ /ч каждый для охлаждения приточного воздуха МО. При этом теплота, отведенная от ГД, используется в АБХМ для получения холодной воды с температурой 7…10 °С, которая служит хладоносителем для воздухоохладителей (ВО), из которых охлажденный и осушенный воздух подается в МО, откуда поступает на всасывание ТК двигателей.

Следует отметить, что если охлаждение воздуха до температуры на выходе из ВО $t_{в2}$ = 15 °С возможно с помощью АБХМ, в которой получают холодную воду с температурой $t_х$ = 7 °С, то для более глубокого охлаждения воздуха, например до температуры $t_{в2}$ = 10 °С, необходимо, чтобы температура холодной воды, подаваемой в ВО, была не выше $t_х$ = 3…5 °С. Понизить температуру воды после АБХМ ниже $t_х$ = 7 °С можно путем ее дополнительного охлаждения, например, с помощью эжекторной холодильной машины (ЭХМ). Тогда охлаждение приточного воздуха до $t_{в2}$ = 15 °С производят в первой ступени ВО, куда подают воду от АБХМ с температурой $t_х$ = 7 °С, а его доохлаждение от $t_{в2}$ = 15 °С до $t_{в2}$ = 10 °С – во второй дополнительной ступени ВО с подачей в нее холодной воды от ЭХМ с температурой $t_х$ = 3…5 °С.

Процесс охлаждения приточного воздуха в ВО сопровождается конденсацией водяных паров, присутствующих во влажном воздухе, что учитывается коэффициентом влаговыпадения $\xi$ – отношением полного количества теплоты, отведенной от воздуха (включая теплоту конденсации водяных паров), к ее явной составляющей, определяемой разностью температур воздуха. Конденсат, который при этом отводится, можно использовать для увлажнения наружного воздуха на входе градирни сухого типа системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГПД до состояния насыщения с соответствующим понижением его температуры до температуры по мокрому термометру $t_м$ .

Получены данные по текущим значениям количестве конденсата, который отводится в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО, и его затратах на увлажнение наружного воздуха на входе градирни системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГД до состояния насыщения с соответствующим понижением его температуры до температуры по мокрому термометру $t_м$ , в относительном виде – приходящихся на единицу расхода приточного воздуха, можно судить по изменению влагосодержания $\Delta d$ воздуха соответственно в процессах его охлаждения в ВО и увлажнения

до состояния насыщения (относительная влажность φ = 100 %), в течение суток 28.07.2011.

Наибольшее уменьшение влагосодержания $\Delta d_{10}$ в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО на входе ТК ГД до температуры, например, $t_{в2}$ = 10 °С (накопление конденсата) приходится на утренние и дневные часы (τ = 6-00…13-00 ч), т.е. вплоть до часов максимальных расходов воды на испарительное охлаждение воздуха на входе градирни, чему соответствуют максимальные величины увеличения влагосодержания $\Delta d_м = d_м - dн_в$ в результате увлажнения воздуха до состояния насыщения, имеющие место преимущественно в течение τ = 12-00…18-00 ч, что подтверждают данные по суточному изменению влагосодержания и на протяжении трех суток.

Рассчитаны текущие значения часового расхода конденсата $G_м$ на увлажнение воздуха до состояния насыщения и требуемых его суточных объемах $W_м$ в течение 3 суток: 26…28.07.2011. При этом расход увлажняемого воздуха принят чисто условно равным 2 кг/с для удобства пересчета на другие его расходы в соответствии с конкретной градирней, требуемые суточные объемы $W_м$ приведены без учета использования конденсата, отводимого в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО на входе ТК ГД.

Показано, что для увлажнения воздуха расходом 2 кг/с на входе градирни до состояния насыщения каждые сутки потребуется 1500…2500 кг дистиллированной воды. При этом наибольшие расходы впрыскиваемой воды приходятся на часы повышенных температур наружного воздуха $t_{нв}$ = 25… 35 °С (τ = 12-00…18-00 ч. Расход воды на увлажнение наружного воздуха на входе градирни системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС определяют из тепловых балансов низкотемпературной ступени охладителя ГВС ОНСНТ системы оборотного охлаждения и градирни сухого типа с учетом более глубокого снижения температуры ГВС по сравнению с традиционным охлаждением воды в градирне неувлажненным наружным воздухом.

Некоторое опережение во времени (4…6 ч) промежутков максимального накопления конденсата, отводимого в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО на входе ТК ГД, и его интенсивного расходования на испарительное охлаждение воздуха на входе градирни сухого типа системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГД позволяет предварительно аккумулировать конденсат при незначительных объемах накопительных емкостей (аккумуляторов конденсата). При этом следует учитывать разные расходы воздуха через градирни системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГД и приточного воздуха, а также расходы воды на увлажнение наружного воздуха $G_м$ на входе градирни и конденсата $G_к$ , отводимого в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО кондиционеров.

Для сравнения получены температуры охлажденной в $ОНС_{нт}$ наддувочной ГВС систем оборотного охлаждения с градирнями сухого $t_{нс.с}$ и комбинированного $t_{нс.кг}$ (с увлажнением наружного воздуха на входе градирни) типов соответственно при текущих значениях температуры наружного воздуха tнв на входе градирни сухого типа и температуры мокрого термометра

$t_м$ воздуха на входе градирни комбинированного типа при расходе воздуха $G_в$ = 22000 м3/ч в течение 28.07.2012.

Как видно, в случае увлажнения наружного воздуха на входе градирни температура охлажденной в $ОНС_{нт}$ наддувочной ГВС $t_{нс.м}$ значительно ниже (по сравнению с градирней сухого типа) и не превышает 40…42 °С (τ = 10-00...20-00 год), оставаясь близкой 40 °С, на которые настроена САР подачи газа в ГПД. Таким образом, создаются условия для сведения к минимуму эксплуатации ГПД на частичных режимах с соответствующим сокращением производства электроэнергии и ухудшением топливной эффективности.

УДК 621.57

## ОХЛАЖДЕНИЕ ЦИКЛОВОГО ВОЗДУХА ГЛАВНОГО ДИЗЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА

**Автор:** Радченко Р.Н.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова*

На большинстве транспортных судов в качестве главных двигателей применяются малооборотные дизели (МОД). Повышение в течение рейса температуры tнв наружного воздуха, соответственно, воздуха в машинном отделении (МО) $t_{МО}$ (в теплое время $t_{МО} = t_{нв}$ + 10 °С) и на входе наддувочного турбокомпрессора (ТК) МОД $t_{в1} = t_{МО}$ , а также забортной воды $t_{зв}$ , охлаждающей наддувочный воздух, ухудшает топливную эффективность МОД [1, 2]. При этом возрастают потери теплоты с выпускными газами и наддувочным воздухом. С целью повышения топливной экономичности МОД целесообразно использовать их теплоту для охлаждения циклового воздуха МОД: на входе ТК и наддувочного воздуха. Наиболее простыми и надежными являются теплоиспользующие эжекторные холодильные машины (ТЭХМ). Применение в ТЭХМ низкокипящих рабочих тел (НРТ) позволяет охлаждать воздух до сравнительно низких температур.

В качестве примера транспортного судна рассмотрен балкер типа «Киев» с главным двигателем МОД 6S60MC6.1-TI фирмы MAN [2]: номинальная мощность $N_н$ = 12,24 МВт, эксплуатационная $N_э$ = 10 МВт. Глубина охлаждения воздуха на входе ТК МОД или наддувочного воздуха на входе в цилиндры МОД и, соответственно, получаемый эффект зависят от располагаемой сбросной теплоты МОД (выпускных газов, наддувочного воздуха и др.) и эффективности ее преобразования в холод в ТХМ, т.е. теплового коэффициента ζ, который представляет собой отношение холодопроизводительности $Q_0$ (расхода холода на охлаждение воздуха на входе МОД или наддувочного воздуха) к располагаемой теплоте $Q_г$ выпускных газов, наддувочного воздуха и др.: $Q_0/Q_г$. Значение ζ зависит от типа холодильной машины: эжекторная (ТЭХМ), водоаммиачная абсорбционная (ВАХМ) или абсорбционная бромистолитиевая (АБХМ), и температур цикла ТХМ: кипения НРТ в испарителе $t_0$ , генераторе $t_г$ и конденсации $t_к$ . Так, ζ = 0,2…0,35

для ТЭХМ на хладоне R142b при $t_0$ = 2…5 ºС; ζ = 0,5…0,6 для ВАХМ и ζ = 0,7…0,8 для АБХМ.

Эффект от охлаждения наддувочного воздуха оценивают по снижению температуры воздуха в ТХМ по сравнению с его охлаждением забортной водой: $\Delta t_в = t_{вв2} - t_{в2}$, где $t_{вв2}$ – температура наддувочного воздуха при охлаждении забортной водой.

При избытке располагаемого тепла и с учетом разности температур между воздухом и хладоном (t0 ≈ 5 ºС) в воздухоохладителе (ВО) на входе ТК за минимальную температуру охлажденного воздуха можно принять $t_{в2}$ = 15 ºС. Тогда потенциально возможное снижение температуры воздуха на входе ТК: $\Delta t_{в15} = t_{в1} - 15$ ºС, где $t_{в1} = t_{МО} = t_{нв} + 10$ ºС.

Для наддувочного воздуха потенциально возможное охлаждение воздуха (по сравнению с его охлаждением забортной водой до $t_{вв2}$ ): $\Delta t$в15 = $t_{вв2}$ – 15 °С (до $t_{в2}$ = 15 °С), а реальное $\Delta t_{в2} = t_{вв2} - t_{в2}$ (исходя из теплоты наддувочного воздуха и теплового коэффициента ζ = 0,2 для ТЭХМ при температуре кипения R142b $t_0$ = 2 °С).

Получены данные по температуре $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха, температуры воздуха на входе $t_{в1}$ и выходе $t_{в2}$ охладителя ТЭХМ, снижение температуры воздуха $\Delta t_в$ в охладителе ТЭХМ на входе МОД, рассчитанные исходя из располагаемой сбросной теплоты (ζ = 0,35 для ТЭХМ при $t_0$ ≈ 5 ºС), а также потенциально возможное снижение температуры воздуха $\Delta t_{в15}$ при его охлаждении от текущей $t_{в1}$ до минимальной температуры $t_{в2}$ = 15 °С в течение рейса Одесса–Йокогама (1.07.2009…27.07.2009). В ТЭХМ используется теплота выпускных газов МОД и наддувочного воздуха, а ζ = 0,35 для ТЭХМ на хладоне R142b при $t_0$ = 5 °С.

Рассчитаны снижение температуры воздуха $\Delta t_в$ в воздухоохладителе на входе МОД реальное $\Delta t_в$ (за счет утилизации в ТЭХМ располагаемой теплоты $Q_{г.р}$ выпускных газов и наддувочного воздуха) и потенциальное $\Delta t_{в.15}$ (при $t_{в2}$ = 15 ºС) снижение температуры воздуха на входе МОД, соответственно располагаемая $Q_0$ и требуемая (при $t_{в2}$ = 15 ºС) $Q_{0.15}$ холодопроизводительности, причем для варианта охлаждения наддувочного воздуха значения располагаемой холодопроизводительности $Q_{0р(0,2)}$, $Q_{0р(0,6)}$ и $Q_{0р(0,7)}$, получаемой трансформацией теплоты наддувочного воздуха в холод вычисляли при разных тепловых коэффициентах: ζ = 0,2 (ТЭХМ при $t_0$ = 2 ºС), ζ = 0,6 (ВАХМ) и ζ = 0,7 (АБХМ).

Показано, что потенциально возможное снижение температуры воздуха на входе МОД до $t_{в2}$ = 15 ºС составляет $\Delta t_{в.15}$ = 25…30 ºС, тогда как реальное – за счет утилизации располагаемой теплоты выпускных газов и наддувочного воздуха в ТЭХМ (ζ = 0,35), гораздо меньше: $\Delta t_в$ = 15…20 ºС. Соответственно соотносятся требуемая (потенциальная) $Q_{0.15}$ и располагаемая холодопроизводительности ТЭХМ $Q_{0.р(0,35)}$ при ζ = 0,35.

Для варианта охлаждения наддувочного воздуха при трансформации теплоты только наддувочного воздуха в ТЭХМ (ζ = 0,2) располагаемая холодопроизводительность $Q_{0р(0,2)}$ в 1,5 раза меньше ее величины $Q_{0.15}$, не-

обходимой для охлаждения наддувочного воздуха до $t_{в2}$ = 15 °С, тогда как применение более эффективных ВАХМ с ζ = 0,6 или АБХМ с ζ = 0,7 позволяет получать холодопроизводительности $Q_{0р(0,6)}$ и $Q_{0р(0,7)}$, достаточные для покрытия требуемых затрат холода $Q_{0.15}$, причем за счет теплоты только наддувочного воздуха. Такого же эффекта можно достигать, используя для ТЭХМ дополнительные источники тепла (выпускные газы, горячую воду контура высокотемпературного охлаждения двигателя и др.).

Несмотря на то, что в рассмотренных вариантах для охлаждения наддувочного воздуха в ТЭХМ (при ζ = 0,2) используют только его теплоту, тогда как для воздуха на входе ТК – еще и теплоту выпускных газов (при ζ = 0,35), снижение температуры наддувочного воздуха (по сравнению с его охлаждением забортной водой до $t_{вв2}$ ) как реальное $\Delta t_{в2} = t_{вв2} - t_{в2}$, так и потенциальное $\Delta t_{в15} = t_{вв2} - 15$ °С (до $t_{в2}$ = 15 °С), больше, чем величины $\Delta t_{в} = t_{в1} - t_{в2}$ и $\Delta t_{в15} = t_{в1} - 15$ °С при охлаждении воздуха на входе ТК, поскольку температура наддувочного воздуха, охлажденного забортной водой, $t_{вв2}$ больше исходной температуры воздуха на входе ТК $t_{в1} = t_{МО}$.

Расходы топлива абсолютный $В_т$ и удельный $b_e$ в соответствии с уменьшением температуры воздуха на входе ТК и наддувочного воздуха рассчитывали по программе фирмы MAN, согласно которой снижение температуры воздуха на входе ТК МОД на величину $\Delta t_в$ = 10 °С приводит к уменьшению удельного расхода топлива $b_e$ примерно на 1,2 г/(кВт·ч), а для наддувочного воздуха – 1,0 г/(кВт·ч) [2].

Результаты расчетов показали, что если использование теплоты выпускных газов и наддувочного воздуха в ТЭХМ (ζ = 0,35) для охлаждения воздуха на входе обеспечивает уменьшение удельного расхода топлива $\Delta b_e$ = 1,5…2,5 г/(кВт·ч), то при глубоком охлаждении воздуха на входе (до $t_{в2}$ = 15 °С) $\Delta b_{15}$ = 2,5…3,5 г/(кВт·ч). При этом потенциально возможная экономия топлива за рейс Одесса–Йокогама (1.07.2009…27.07.2009) для МОД 6S60MC6.1-TI (10 МВт) составляет примерно $В_{т15}$ = 19 т (при охлаждении воздуха на входе до $t_{в2}$ = 15 °С) против $В_т$ = 14 т за счет трансформации теплоты выпускных газов и наддувочного воздуха в ТЭХМ (ζ = 0,35). Использование дополнительных источников теплоты (горячей воды контура высокотемпературного охлаждения двигателя) или применением более эффективных ТХМ – с большим тепловым коэффициентом ζ (АБХМ или ВАХМ) обеспечит 30…40 % приращение экономии топлива по сравнению с ТЭХМ.

Для варианта охлаждения наддувочного воздуха использование только его теплоты в ТЭХМ (ζ = 0,2) обеспечивает уменьшение удельного расхода топлива $\Delta b_e$ = 2,0…2,5 г/(кВт·ч), тогда как при глубоком охлаждении наддувочного воздуха (до $t_{в2}$ = 15 °С) $\Delta b_{15}$ = 3,0…4,0 г/(кВт·ч). При этом потенциально возможная экономия топлива за рейс составляет примерно $В_{т15}$ = 23 т (при охлаждении наддувочного воздуха до $t_{в2}$ = 15 °С) против $В_т$ = 15 т за счет трансформации теплоты только наддувочного воздуха в ТЭХМ (ζ = 0,2). Использование дополнительных источников теплоты (выпускных газов, горячей воды контура высокотемпературного охлаждения двигателя)

или применение более эффективных ТХМ – с большим тепловым коэффициентом ζ: АБХМ (ζ = 0,7…0,8) или ВАХМ (ζ = 0,4…0,6) вместо ТЭХМ обеспечит приращение экономии топлива в 1,5 раза.

**Литература**

1. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main Engine Operation. – MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark. – 2010. – 15 p.

2. MAN B&W ME/ME-C/ME-GI/ME-B-TII engines. – Copenhagen, Denmark: MAN Diesel. – 2010. – 389 p.

УДК 621.438.13:621.57

# КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ И ЕЕ РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

[1]Радченко А.Н., [2]Кантор С.А.
*[1]Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*
*[2]ПАО «Завод «Экватор», Украина*

Снижение термодинамической эффективности газотурбинных установок (ГТУ) с повышением температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на входе послужило импульсом к развитию разных способов его предварительного охлаждения, в частности, с применением теплоиспользующих холодильных машин (ТХМ) [1–3]. В абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машинах (АБХМ) можно охладить воздух до температуры $t_{в2}$ примерно 15 °С (температура хладоносителя-холодной воды $t_{хв}$ = 7…10 °С), а в эжекторных (ЭХМ) на низкокипящем рабочем теле (НРТ)-хладоне (температура кипящего хладона $t_0$ = 0…5 °С) – до $t_{в2}$ = 10 °С и ниже.

Эффективность трансформации теплоты в холод в ТХМ характеризуется тепловым коэффициентом ζ – отношением генерируемой холодопроизводительности $Q_0$ к потребляемой теплоте $Q_г$. Поскольку тепловой коэффициентом ζ ЭХМ в 2…3 раза ниже, чем в АБХМ, то целесообразно ЭХМ применять в качестве низкотемпературной ступени доохлаждения воздуха от 15 °С до 10 °С, а более эффективные АБХМ – для охлаждения воздуха от наружной температуры $t_{нв}$ до 15 °С [4].

Двухступенчатое охлаждение воздуха на входе ГТУ абсорбционно-эжекторной холодильной машиной (АЭХМ) возможно в воздухоохладителях комбинированного типа с использованием холодной воды от АБХМ в их высокотемпературной ступени охлаждения $ВО_{ВТ(А)}$ и кипящего НРТ ЭХМ – в низкотемпературной $ВО_{НТ(Э)}$.

В комбинированной теплоиспользующей системе двухступенчатого охлаждения (КТСО) воздуха на входе ГТУ в АБХМ и ЭХМ сбросная теплота выпускных газов ГТУ отводится промежуточным теплоносителем – горячей водой, которая служит источником теплоты для генераторов па-

ров высокого давления АБХМ (паров воды) и ЭХМ (паров НРТ). Поэтому контуры генераторов АБХМ и ЭХМ включают экономайзер нагрева воды. Конденсаторы АБХМ и ЭХМ охлаждаются системой оборотного охлаждения с отводом теплоты градирнями. Двухступенчатый воздухоохладитель комбинированного типа включает высокотемпературную ступень $ВО_{ВТ(А)}$ охлаждения воздуха холодной водой от АБХМ и низкотемпературную ступень $ВО_{НТ(Э)}$ с отводом теплоты кипящим НРТ в испарителе-воздухоохладителе (И-ВО) ЭХМ.

Генератор ЭХМ состоит из экономайзерной секции, в которой происходит нагрев жидкого НРТ от температуры конденсации $t_к$ до температуры кипения $t_г$, и испарительной секции, в которой НРТ кипит при высоких температуре $t_г$ и давлении.

Рассчитаны тепловой коэффициент ζ, удельные (приходящиеся на единицу расхода газов) теплота, отведенная от выпускных газов ГТУ экономайзерной $\overline{q}_{г.э.}$ и испарительной $\overline{q}_{г.и.}$ секциями и генератором ЭХМ в целом $\overline{q}_г$, соответствующие холодопроизводительности $\overline{q}_{0э.}$, $\overline{q}_{0и.}$ и $\overline{q}_0$, снижение температуры $\Delta t_в$ воздуха в охладителе на входе ГТУ за счет экономайзерной $\Delta t_{в.э}$ и испарительной $\Delta t_{в.и}$ секций и всего генератора $\Delta t_в$ при коэффициентах влаговыпадения ξ = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0, в зависимости от температуры $t_г$ и давления $P_г$ кипения R142b в генераторе ЭХМ: температуры выпускных газов на входе (после ГТУ) $t_{г1}$ = 250 ºС и выходе $t_{г2}$ = 100 ºС контура генератора ЭХМ, конденсации $t_к$ = 35 ºС, кипения R142b в испарителе $t_0$ = 5 °С.

Показано, что тепловой коэффициент ζ и, следовательно, генерируемая холодопроизводительность ЭХМ и АБХМ: $\overline{q}_0 = \zeta \overline{q}_г$, существенно зависят от температуры температуры $t_{гв}$ горячей воды на входе генераторов, соответственно температуры $t_г$ кипения R142b в генераторе ЭХМ. При температуре горячей воды $t_{гв}$ на входе генератора ЭХМ $t_{гв1}$ = 95 ºС (температура кипения R142b в генераторе ЭХМ $t_г$ = 90 ºС).

Рассчитаны также температуры отработанных газов ГТУ $t_{ог}$, греющей воды $t_{гв}$ и НРТ-хладона $t_г$ в генераторах ЭХМ и АБХМ, а также изменение температуры воздуха $t_в$ по глубине $L$ (по ходу воздуха), холодной воды $t_{хв}$ в $ВО_{ВТ(А)}$ (температура кипения хладона R142b в $ВО_{НТ(Э)}$ $t_0$ = 5 °С).

Получены также данные по изменению температуры отработанных газов ГТУ $t_{ог}$ в результате отвода теплоты на нагрев воды (греющей воды для ЭХМ и АБХМ), температуры греющей воды $t_{гв}$ в процессе отвода теплоты в генераторах ЭХМ $Г_Э$ и АБХМ $Г_А$ (безотносительно к длине $L$), хладона R142b $t_г$ в испарительной и экономайзерной секциях генератора ЭХМ, температуры холодной воды из АБХМ $t_{хв}$ в высокотемпературной ступени $ВО_{ВТ(А)}$ и кипения хладона R142b $t_0$ в низкотемпературной ступени $ВО_{НТ(Э)}$ воздухоохладителя, температуры воздуха $t_в$ по глубине $L$ (по ходу воздуха): температуры воздуха на входе $ВО_{ВТ(А)}$ $t_{вх}$ = 30 ºС и на входе $ВО_{НТ(Э)}$ $t_{вх}$ = 15 ºС; греющей воды на входе ЭХМ (выходе экономайзера Эк) $t_{гв1}$ = 95 ºС и выходе АБХМ (входе экономайзера) $t_{гв2}$ = 70 ºС; кипения хладона R142b в испарительной секции генератора ЭХМ $t_г$ = 85 ºС и в низкотемпературной ступени $ВО_{НТ(Э)}$ воздухоохладителя $t_0$ = 5 °С; конденсации R142b $t_к$ = 35 ºС ; холодной воды на входе $ВО_{ВТ(А)}$ $t_{хв}$ = 7 °С

Нагреву жидкого НРТ в экономайзерной секции ЭС генератора от температуры конденсации $t_к$ = 35 °С до температуры кипения НРТ $t_г$ = 80 °С и его кипению при $t_г$ в испарительной секции ИС генератора (изменению $t_г$ от $t_г = t_к$ = 35 °С до $t_г$ = 80 °С) соответствует снижение температуры греющей воды $t_{гв}$ (нагретой за счет теплоты отработанных газов ГТУ в экономайзере) от $t_{гв1}$ = 95 °С до $t_{гв2Э}$ = 88 °С. Дальнейшее снижение температуры греющей воды от $t_{гв2Э}$ = 88 °С до $t_{гв2А}$ = 70 °С происходит в генераторе АБХМ с получением холодной воды с температурой $t_{хв} = t_w$ = 7 °С, служащей хладоносителем для высокотемпературной ступени $ВО_{ВТ(А)}$ воздухоохладителя на входе ГТУ. Низкокотемпературной ступенью $ВО_{НТ(Э)}$ является испаритель ЭХМ с непосредственным испарением НРТ-хладона R142b при температуре кипения $t_0$ = 5 °С.

Получены расчетные данные по изменению тепловой нагрузки $Q$, площади наружной ребристой поверхности $F$, аэродинамического сопротивления $\Delta P$, коэффициента влаговыпадения $\xi$, температуры кипения НРТ $t_0$, температуры воздуха на выходе (за трубкой) $t_{в2}$, влагосодержания $d$ по глубине $L$ воздухоохладителя.

Показано,что длины (глубина по ходу воздуха) высокотемпературной $ВО_{ВТ(А)}$ ступени $L_{ВТ}$ , низкотемпературной $ВО_{НТ(Э)}$ ступени $L_{НТ}$ и всего воздухоохладителя $L_{ВО} = L_{ВТ} + L_{НТ} \approx 0{,}9$ м.

Таким образом, рациональное проектирование комбинированной теплоиспользующей системы охлаждения (КТСО) воздуха на входе ГТУ сводится к определения рациональных тепловых нагрузок $Q_Г$ на генераторы АБХМ и ЭХМ, включая испарительную и экономайзерную секции генератора ЭХМ, соответствующих температур теплоносителя (горячей воды) на входе в генераторы АБХМ и ЭХМ, от которых зависят тепловые коэффициенты $\zeta$ для ЭХМ и АБХМ, т.е. эффективность трансформации теплоты в холод в АБХМ и ЭХМ и, следовательно, генерируемые ими холодопроизводительности $Q_0 = \zeta Q_Г$ , т.е. тепловые нагрузки на высокотемпературную $ВО_{ВТ(А)}$ и низкотемпературную $ВО_{НТ(Э)}$ ступени и весь воздухоохладитель на входе ГТУ, длина $L$ по ходу воздуха (глубина) и поверхность теплообмена $F$ двухступенчатого воздухоохладителя, а следовательно, глубина охлаждения воздуха $t_{В2}$ и получаемый за счет этого эффект в виде сокращения расхода топлива.

## Литература

1. **Bhargava, R.** Parametric analysis of existing gas turbines with inlet evaporative and overspray fogging [Text] / R. Bhargava, C.B. Meher-Homji // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30560. – 15 p.

2. **Bortmany, J.N.** Assesstment of aqua-ammonia refrigeration for precooling gas turbine inlet air [Текст] / J.N. Bortmany // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30657. – 12 p.

3. **Радченко, А.Н.** Эффективность способов охлаждения воздуха на входе ГТУ компрессорных станций в зависимости от климатических условий [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 1(118). – С. 95–98.

4. **Радченко, А.Н.** Математическая модель воздухоохладителя комбинированного типа абсорбционно-эжекторного термотрансформатора для охлаждения воздуха на входе газотурбинной установки [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 3(120).

УДК 621.438.13:621.57

# ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ГТД АБСОРБЦИОННОЙ И ЭЖЕКТОРНОЙ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Авторы: Радченко Н.И., Рамзи Эл Герби,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

В качестве базовых двигателей установок автономного электро-, тепло- и хладоснабжения [1] применяются в большинстве случаев ГТД рекуперативного типа, в которых сжатый воздух перед камерой сгорания нагревается выпускными газами. Обычно в таких тригенерационных установках для получения холода применяют высокоэффективные абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ), утилизирующие сбросную теплоту двигателей [2, 3]. Поскольку с повышением температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на входе термодинамическая эффективность ГТД снижается [1], то предварительное охлаждение воздуха позволяло бы поддерживать высокую топливную экономичность ГТД и при повышенных температурах $t_{нв}$ . Однако температура хладоносителя (холодной воды) после одноступенчатых АБХМ составляет $t_{х}$ = 7…10 ºС, что позволяет охлаждать воздух на входе ГТД не ниже температуры $t_{в2}$ = 15 ºС. Для применения двухступенчатых АБХМ, в которых возможно было бы глубокое охлаждение воздуха на входе ГТД, требуются источники теплоты более высокого потенциала – горячая вода с температурой примерно 140 ºС или водяной пар. В случае применения хладоновых эжекторных холодильных машин (ЭХМ), которые в состоянии охлаждать воздух на входе ГТД до более низких температур $t_{в2}$ = 7…10 ºС, из-за сравнительно невысокого теплового потенциала выпускных газов рекуперативних ГТД (температура газов около 250 °С) весьма проблематично охлаждение воздуха на входе ГТД и комфортное кондиционирование комплексов различного назначения (гостиничных, торгово-развлекательных и т.д.).

Температура холодной воды (хладоносителя), поступающей из АБХМ, $t_{х}$ = 7…10 °С, что позволяет охлаждать воздух не ниже $t_{в2}$ = 15 ºС (с учетом разности температур $t_{в2} – t_{х}$ = 8…10 °С). Охлаждение воздуха до темпера-

туры $t_{в2}$ = 15 ºС соответствует условиям эксплуатации систем комфортного кондиционирования воздуха обитаемых комплексов. Однако для повышения топливной эффективности ГТД желательно охлаждать воздух на входе ГТД до более низкой температуры, например, $t_{в2}$ = 10 ºС.

Вычислены текущие затраты холода $Q_{0.15}$ на охлаждение воздуха на входе ГТД Capstone C1000 (мощность 1000 кВт) [4] в АБХМ (от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 15 ºС), кондиционирование воздуха $Q_{0.КВ}$ и суммарные затраты холода $Q_{0.сум.15}$ на охлаждение воздуха на входе ГТД в АБХМ (от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 15 ºС) и на комфортное кондиционирование воздуха (до $t_{в2}$ = 15 ºС), а также холодопроизводительность $Q_{0.уг.15}$, получаемая за счет располагаемой теплоты газов $Q_{уг}$ в АБХМ.

Как показали результаты расчетов, располагаемой холодопроизводительности $Q_{0.уг.15} \approx 1270$ кВт, которую можно получить из теплоты газов $Q_{уг}$ ГТД С1000 в АБХМ, больше, чем требуется для охлаждения воздуха до 15 °С: $Q_{0.уг.15} > Q_{0.сум.15}$ = 700…800 кВт. Однако температурный уровень этого холода не позволяет охлаждать воздуха ниже 15 °С (до 10 °С и ниже), поскольку температура хладоносителя (холодной воды) от АБХМ $t_{х}$ = 7 ºС.

Аналогичные затраты холода $Q_{0.10}$ на охлаждение воздуха на входе ГТД С1000 в ЭХМ (от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 ºС), кондиционирование воздуха $Q_{0.КВ}$ и суммарные затраты холода $Q_{0.сум.10}$ на охлаждение воздуха на входе ГТД в ЭХМ (от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 ºС) и на комфортное кондиционирование воздуха (до $t_{в2}$ = 15 ºС), а также холодопроизводительность $Q_{0.уг.10}$, получаемая из располагаемой теплоты газов $Q_{уг}$ в ЭХМ приведены на.

Показано, что холодопроизводительности $Q_{0.уг.10} \approx 480$ кВт, которую можно получить из располагаемой теплоты газов $Q_{уг}$ в ЭХМ, недостаточно для охлаждения воздуха до 10 °С: $Q_{0.уг.10} < Q_{0.сум.10}$ = 750…850 кВт. Дефицит холода можно устранить, повышая эффективность трансформации сбросной теплоты (с высоким тепловым коэффициентом ζ) применением ступенчатого способа трансформации тепла в холод.

Из-за невысоких тепловых коэффициентов трансформации тепла в ЭХМ ($\zeta_{ЭХМ}$ = 0,2…0,3) по сравнению с АБХМ ($\zeta_{АБХМ}$ = 0,7…0,8) целесообразно охлаждать воздух на входе ГТД в ЭХМ не от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 °С, а доохлаждать его после АБХМ от $t_{в2}$ = 15 ºС до $t_{в2}$ = 10 ºС, т.е. использовать ЭХМ как вторую ступень более глубокого охлаждения воздуха на входе ГТД.

Проанализирована возможность покрытия дефицита холода на доохлаждение воздуха на входе ГТД При этом в ЭХМ используют избыток тепла выпускных газов – сверх необходимого для предварительного охлаждения воздуха на входе ГТД от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 15 ºС и на комфортное кондиционирование (до $t_{в2}$ = 15 ºС) в АБХМ, т.е. $\Delta Q_{уг.15} = Q_{уг} - Q_{уг.15}$, для доохлаждения воздуха на входе ГТД от температуры воздуха $t_{в2}$ = 15 ºС, предварительно охлажденного в АБХМ, до температуры воздуха $t_{в2}$ = 10 ºС в ЭХМ.

При этом отношение количества холода, требуемого для доохлаждения воздуха от $t_{в2}$ = 15 ºС до $t_{в2}$ = 10 ºС, т.е. $Q_{0.сум.10} - Q_{0.сум.15}$, к располагаемому избытку тепла выпускных газов (сверх необходимого для АБХМ) $\Delta Q_{уг.15} = Q_{уг} - Q_{уг.15}$, представляет собой значение требуемого коэффициента транс-

формации тепла в ЭХМ для получения дополнительного количества холода: $\zeta_{ЭХМ} = (Q_{0.сум.10} - Q_{0.сум.15})/(Q_{уг} - Q_{уг.15})$.

Значение требуемого коэффициента трансформации тепла в ЭХМ при получении дополнительного холода для доохлаждения воздуха от $t_{в2} = 15$ ºС (после АБХМ) до $t_{в2} = 10$ ºС: $\zeta_{ЭХМ} = (Q_{0.сум.10} - Q_{0.сум.15})/(Q_{уг} - Q_{уг.15}) = 0{,}10…0{,}15$, что соответствует тепловым коэффициентам трансформации тепла в ЭХМ при $t_0 = 0…2$ ºС.

Благодаря двухступенчатой абсорбционно-эжекторной трансформации тепла выпускных газов ГТД в холод, во-первых, утилизируется все тепло выпускных газов ГТД $Q_{уг}$ без остатка $\Delta Q_{уг.15} = Q_{уг} - Q_{уг.15}$, а во-вторых, обеспечивается более глубокое охлаждение воздуха на входе ГТД до $t_{в2} = 10$ ºС по сравнению с АБХМ ($t_{в2} = 15$ ºС). В результате коэффициенты трансформации тепла в двухступенчатой абсорбционно-эжекторной системе утилизации тепла $\zeta_{СУАЭ}$ примерно на 10 % выше их величин $\zeta_{СУА}$ для традиционной абсорбционной системы утилизации тепла.

При этом коэффициенты трансформации тепла в системе утилизации рассчитывали как отношение полученного холода к располагаемому теплу выпускных газов ГТД: $\zeta_{СУАЭ} = Q_{0.сум.10}/Q_{уг}$ и $\zeta_{СУА} = Q_{0.сум.15}/Q_{уг}$.

**Литература**

1. **Campanary S.** Technical and tariff scenarios effect on microturbine trigenerative applications / S. Campanary, E. Macchi // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2003. – Paper GT-2003-38275. – 10 p.

2. **Рыжков С.С.** Направления повышения эффективности тригенерационных установок автономного энергообеспечения технологических процессов [Текст] / С.С. Рыжков, А.Н. Радченко, С.Г. Фордуй // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 9 (106). – С.80–85.

3. **Radchenko N., Ryzkov S., Forduy S.** Trigeneration plant for combined energy supply [Text] / N. Radchenko, S. Ryzkov, S. Forduy // Proceedings of the 14 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE

УДК 621.3

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ЦИКЛА ТЕПЛОНАСОСНОЙ ПАРОПРОИЗВОДЯЩЕЙ УСТАНОВКИ НА ЭВМ

**Авторы:** Калиниченко И. В., Андреев А. А., Свиридов В. И.
*Национальный университет кораблестроения, Херсонский филиал, Украина*

Использование на танкерах в холодной зоне теплового насоса (ТН) в качестве теплонасосной парогенерирующей установки (ТНПУ), утилизирующей в испарителе низкопотенциальную теплоту (НПТ) воды, охлаждающей втулки цилиндров малооборотных судовых двигателей внутреннего сгорания

(ДВС) является одним из перспективных путей решения проблемы повышения эффективности комплексного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) судових ДВС. Полученный в ТНПУ водяной пар давлением 0,3…0,5 МПа можно использовать для нужд общесудовых потребителей и потребителей судовой энергетической установки (СЕУ) кроме подогревателей тяжелого топлива на ходовом режиме. Однако для обоснованной оценки эффективности применения ТНПУ в каждом конкретном случае, а также для оптимального выбора ее рабочих параметров с использованием комплексного критерия оптимизации параметров работы ТНПУ необходимо разработать компьютерную математическую модель (ММ) для расчета цикла ТНПУ.

Повышение эффективности теплонасосных паропроизводящих установок на судах требует исследования их характеристик методами численного экспериментирования, предполагающими взаимодополняющее и сбалансированное использование натурного эксперимента и математического моделирования. Задачей в работе для математического моделирования является: определение комплекса оптимальных параметров ТНПУ; оценка влияния оптимизируемых параметров на показатели ТНПУ; расчёт основных энергетических и массогабаритных показателей ТНПУ; повариантное нахождение технических характеристик отдельных элементов ТНПУ; построение режимных характеристик ТНПУ.

Как показал анализ последних исследований и публикаций по данной тематике, в оптимизационных методиках также отсутствует учет экологического влияния эксплуатации теплонасосных установок на окружающую среду как вследствие прямого воздействия – эмиссии (выбросов) рабочего агента (РА), так и за счет косвенного воздействия – дополнительной эмиссии углекислого газа $CO_2$, выделяемого в процессе сжигания органического топлива при выработке электроэнергии для привода машин и механизмов, входящих в состав ТНПУ.

Целью исследования является разработка математической модели и построение блок-схемы для компьютерного расчета цикла ТНПУ с учетом комплексного критерия оптимизации параметров работы судовой ТНПУ, учитывающим экологическое влияния на окружающую среду при эксплуатации установки.

На первом этапе создания ММ для компьютерного расчета рабочего цикла ТНПУ ставилась задача обоснованного выбора принципиальной схемы установки. Так как на судах водяной пар требуется, как правило, трех давлений: 0,3, 0,5 и 0,9 МПа, то первоначально рассматривалась схема работы установки трех давлений. Однако, учитывая возможность высокотемпературного разложения хладонов, являющихся рабочим телом ТНПУ, и с целью упрощения установки окончательно была принята схема двух давлений. При этом предполагается, что водяной пар высоких параметров (0,9 МПа) вырабатывается в утилизационном котле за счет теплоты отходящих газов ДВС.

Последовательность рабочих процессов в установке следующая. Рабочий агент ТНПУ кипит в испарителе И, отбирая низкопотенциальную те-

плоту системы охлаждения ГД. Далее он сжимается до промежуточного давления в компрессоре первой ступени Км1 и разделяется на два потока.

Первый поток конденсируется в конденсаторе Кд1, являющимся генератором водяного пара низкого давления ($P_{s1}$ = 0,3 МПа), и в жидком состоянии поступает в промежуточный сосуд (ПС). Туда же поступает и второй поток пара промежуточного давления после компрессора первой ступени Км1. Из промежуточного сосуда ПС пар поступает на всасывание в компрессор второй ступени Км2. После сжатия в нем хладон конденсируется в конденсаторе Кд2, который является генератором водяного пара высокого давления ($P_{s2}$ = 0,5 МПа). Далее жидкий хладон высокого давления охлаждается в змеевике промежуточного сосуда ПС, дросселируется в регулирующем вентиле РВ и опять при низком давлении подается на вход в испаритель И.

Построение и реализация математической модели (ММ) ТНПУ осуществлялись в соответствии с системно-иерархическим подходом, предполагающим непрерывное целостное представление о ТНПУ как о единой системе; при этом полная ММ являла собой систему уравнений, которая согласно принципа декомпозиции реальной ТНПУ имела вид совокупности ММ отдельных элементов (подсистем) и условий связей между ними. Для построения эффективной ММ были определены первостепенные физические связи и соотношения, то есть проведена редукция ММ. Отдельные математические модели элементов ТНПУ в совокупности составляли основу ММ ТНПУ, которая дополнялась методикой расчёта термодинамических, калорических и теплофизических свойств рабочих агентов ТНПУ в характерных точках цикла. Для этих целей использовался информационно-вычислительный комплекс (ИВК) «Tersvo», база данных которого позволяет моделировать свойства 70 различных индивидуальных веществ во всех фазовых состояниях, а при необходимости может быть расширена и далее.

Исходные параметры алгоритма расчёта цикла ТНПУ:

- тепловая нагрузка на испаритель $Q_0$;
- адиабатный КПД хладонового компрессора $\eta_{ад}$;
- температура пресной воды системы охлаждения ГД на входе и выходе $t_{в1}$ $t_{в2}$;
- расход насыщенного водяного пара низкого давления $G_{s1}$;
- температуры кипения низкого и среднего давлений в конденсаторах соответственно $t_{кип1}$ $t_{кип2}$;
- энтальпии водяного пара низкого и среднего давлений на выходе из конденсаторов соответственно $H_{s1}$ $H_{s2}$;
- энтальпия питательной воды на выходе из теплого ящика $H_w$.

В расчете цикла ТНПУ для определения промежуточных параметров использовалось последовательное приближение по температуре $t_{2ад}$ при известном значении давления $P_{пр}$. Найденная по температуре $t_1$ начала сжатия энтропия $S_1$ сравнивалась с полученной энтропией $S_{2ад}$ в конце адиабатного сжатия в первой ступени компрессора. При значительном отличии сравниваемых параметров изменялась температура $t_{2ад}$=$t_{2ад}$+0,1 и цикл повторялся.

В случае, если полученные промежуточные значения энтальпии $H_{2ад}$ и температуры $t_{2ад}$ при адиабатном (энтропийном) сжатии находятся в области паро-жидкостной смеси фреона, значение энтальпии $H_{2ад}$ принимается равным значению энтальпии на линии насыщения $H''_{пр}$.

При расчете энтальпии пара хладона на всасывании в компрессор обязательно должно выполняться условие $H_4 \leq H»_{пр}$. При не выполнении этого условия принимаем новое значение энтальпии, равное $H_4 = H''_{пр}$.

Для определения конечных параметров при сжатии хладона во второй ступени компрессора также использовалось последовательное приближение по температуре $t_{кон}$ при известном значении давления $P_{кон}$.

Результаты расчета цикла ТНПУ:

- отношение давлений в компрессоре первой и второй ступени соответственно $\pi_1$, $\pi_2$;
- мощность затрачиваемая на привод компрессора первой и второй ступени соответственно $N_1$, $N_2$;
- тепловая нагрузка на конденсатор первой и второй ступеней $Q_1$, $Q_2$;
- массовый расход хладона через испаритель $G_\Sigma$;
- массовый расход хладона через конденсатор первой и второй ступеней $G_1$, $G_2$;
- давления кипения, промежуточное и конденсации соответственно $P_0$, $P_{пр}$, $P_{кон}$;
- коэффициент преобразования теплового насоса *COP*.

**Выводы**

Учитывая потребность в оптимальном выборе для каждого конкретного случая рабочих параметров судовой ТНПУ, невозможность установления достоверных стоимостных характеристик элементов ТНПУ, а также необходимость учета экологического воздействия ТНПУ на окружающую среду, была разработана компьютерная математическая модель для расчета цикла ТНПУ

Разработана структура ММ, включающая взаимосвязанные математические модели аппаратов и элементов ТНПУ, а также установлены иерархические связи между этими элементами, что определяет синтез ММ системы и алгоритм её реализации на ЭВМ.

УДК 621.433:621.57

## СТУПЕНЧАТОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Автор:** Грич А.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Анализ эффективности охлаждения приточного воздуха МО произведен на примере автономной теплоэлектростанции завода ООО «Сандора»–»Pepsico Ukraine» (пос. Южный, Николаевская обл.). Установка включает

два когенерационных ГД JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт), АБХМ типа AR-D500L2 Century (холодильной мощностью 2000 кВт) и два центральных кондиционера CIC Jan HREBEC (Чехия) H.63 (холодопроизводительностью по 350 кВт и объемным расходом воздуха по 60000 м$^3$/ч каждый).

Ранее было показано, что уменьшение расхода воздуха через ВО установленных кондиционеров до $G_в$ = 35000 м$^3$/ч обеспечивает большее снижение температуры приточного воздуха: $\Delta t_{ВО)} = t_{нв} - t_{вых.ВО)}$ = 15…17 °С (против $\Delta t_{ВО}$ = 10…12 °С при $G_в$ = 60000 м$^3$/ч) с понижением температуры воздуха на выходе из ВО до $t_{вых.ВО}$ = 15…18 °С (против $t_{вых.ВО}$ = 25…27 °С) при максимальной $t_{нв}$ = 35 °С [3].

Температура воздуха на выходе ВО ограничивается температурой воды, подаваемой от АБХМ: $t_{вх.вод}$ = 7 °С. Для более глубокого охлаждения температура охлаждающей воды должна быть ниже: $t_{вх.вод}$ = 3…4 °С, получить которую можно, дополнительно охлаждая воду после АБХМ, например, с помощью эжекторной холодильной машины (ЭХМ) на хладонах.

Чтобы понизить температуру воздуха $t_{вых.ВО}$ на выходе ВО, можно использование двухступенчатые системы охлаждения воздуха с подачей в первую (высокотемпературную) ступень $ВО_1$ охлаждающей воды с температурой $t_{вх.вод}$= 7 °С (от АБХМ), а во вторую (низкотемпературную) ступень $ВО_2$ – воды с температурой $t_{вх.вод}$= 4 °С, дополнительно охлажденной в ЭХМ.

В базовом варианте в качестве $ВО_1$ используется трехрядный ВО производства фирмы Güntner, которым оборудован центральный кондиционер. Приточный воздух охлаждается в $ВО_1$ ($t_{вх.вод1}$ = 7 °С) от $t_{нв}$ до $t_{вых.ВО.1}$ . При этом глубина охлаждения воздуха в $ВО_1$ в самое жаркое время суток $\Delta t_{ВО.1}$ =18 °С.

Температура воды, доохлажденной в ЭХМ, на входе $ВО_2$ : $t_{вх.вод.2}$ = 4 °С. Расходы воды через обе ступени ВО одинаковые: 50 м$^3$/ч. Температура воздуха на входе в $ВО_2$ $t_{вх.ВО.2} = t_{вых.ВО.1}$. Во второй ступени ВО $\Delta t_{ВО.2}$ = 8 °С меньше по сравнению с первой $\Delta t_{ВО.1}$ = 18 °С. При этом тепловая нагрузка $Q_{Iст}$ на первую ступень $ВО_1$ значительно превышает ее величину $Q_{IIст}$ на $ВО_2$ . Коэффициент влаговыпадения (ξ – отношение полного количества теплоты, отведенной от воздуха, к ее явной составляющей, определяемой разностью температур воздуха) $\xi_{IIст}$ во второй ступени $ВО_2$ больше ее величины $\xi_{Iст}$ в $ВО_1$ .

Полная глубина двухступенчатого охлаждения приточного воздуха самое жаркое время суток ($12^{00}$-$14^{00}$) составляет $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО.2}$ = 23...25 °С, что намного больше, чем при одноступенчатом: $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО.1}$ = 15...18 °С. При этом температура воздуха на выходе из двухступенчатого ВО примерно 10 °С против 28 °С для базового варианта.

Таким образом, использование в $ВО_2$ воды с температурой $t_{вх.вод.2}$ = 4 °С, охлажденной в ЭХМ, позволяет существенно увеличить глубину охлаждения приточного воздуха в ВО. Но для этого надо увеличить число рядов труб по глубине ВО до 8 по сравнению с 3-рядным базовым ВО, которым оборудован кондиционер.

Можно сделать вывод, что восьмирядный ВО имея практически одинаковые показатели глубины охлаждения $\Delta t_{ВО}$ и холодопроизводительности $Q_{8ряд} \approx Q_{2ст}$, имеет меньшие габариты по глубине по сравнению с двухступенчатым ВО и более простую и дешевую схему.

Применение восьмирядного ВО с температурой охлаждающей воды $t_{вх.вод.}$ = 4 °С позволяет получить глубину охлаждения приточного воздуха в самое жаркое время суток $\Delta t_{ВО}$ = 24…27 °С, что практически равно глубине охлаждения двухступенчатого ВО. Существенно повысить глубину охлаждения $\Delta t_{ВО}$ восьмирядного ВО по сравнению с двухступенчатым ВО не возможно, так как оба ВО ограничены температурой охлаждающей воды $t_{вх.вод.}$ = 4 °С и расходом 50 м$^3$/ч. Холодопроизводительности двухступенчатого ВО, $Q_{2ст} = Q_{Iст} + Q_{IIст}$, и восьмирядного ВО $Q_{8ряд}$ практически одинаковые

## ЛИТЕРАТУРА

1. Elsenbruch, T. Jenbacher gas engines a variety of efficient applications [Text] / T. Elsenbruch. – Bucureşti, October 28, 2010. – 73 p.

2. Radchenko, A. Improving transformation of waste heat of cogeneration gas engine module by absorption lithium-bromide chiller [Text] / A. Radchenko, S. Ryzkov, N. Radchenko // Proceedings of the 15 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy:

3. Радченко, А.М. Охолодження приточного повітря машинного відділення газових двигунів тригенераційної установки [Текст] / А.М. Радченко, А.В. Грич // Холодильна техніка та технологія. – 2014. – № 6(152). – 2014. – С. 20–25.

УДК 621.57

# ТРАНСФОРМАЦІЯ ТЕПЛОТИ КОГЕНЕРАЦІЙНОГО ГАЗОВОГО ДВИГУНА АБСОРБЦІЙНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ

**Автор:** Остапенко О.В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

В установках автономного енергозабезпечення широкого поширення набули газові двигуни (ГД), які поставляються у вигляді когенераційних модулів – зі штатними теплообмінниками для отримання гарячої води з температурою 90…95 °С (під тиском – понад 100 °С, рідше – водяної пари) шляхом відведення теплоти від вузлів охолодження ГД (охолоджувальної води рубашки двигуна, мастила, наддувної газоповітряної суміші після турбокомпресора), а також в утилізаційному котлі (УК) від відпрацьованих газів [1–3]. В установках автономного енергозабезпечення з отриманням електроенергії, теплоти та холоду (тригенераційних) теплота гарячої води (пари) трансформується в холод, як правило, абсорбційними бромистолітієвими холодильними машинами (АБХМ). Температура зво-

ротного теплоносія, який повертається до вузлів охолодження двигуна, має бути не вище 70 °С. В той же час в АБХМ теплоносій (гаряча вода) охолоджується не більше ніж на 10…15 °С. То ж остаточне зниження температури зворотного теплоносія після АБХМ здійснюють відведенням від нього теплоти в атмосферу градирнею аварійного скидання, що спричиняє значні втрати теплоти, а відтак і недоотримання холоду.

Задача підвищення ефективності трансформації теплоти ГД вирішувалась на прикладі установки автономного енергозабезпечення ТОВ «Сандора»-»Pepsico Ukraine» (Миколаївська обл.). Проектування та монтаж установки виконані ПНВП «СІНАПС»-»GE Energy» (м. Київ) і ТОВ «Хладотехніка» (м. Миколаїв). Тригенераційна установка включає два когенераційних ГД JMS 420 GS- N.LC GE Jenbacher (електрична потужність одного ГД 1400 кВт, теплова потужність 1500 кВт), в яких теплота випускних газів, наддувної газоповітряної суміші (ГПС), охолоджуючої сорочку двигуна води й мастила використовується для нагріву води. Теплота гарячої води трансформується в АБХМ AR-D500L2 Century в холод (холодильна потужність 2000 кВт), який використовується на технологічні потреби і для центральних кондиціонерів охолодження приточного повітря машинного відділення (МВ), звідки воно надходить на всмоктування турбокомпресора (ТК) ГД.

Відповідно до базового варіанту при температурі зворотної (охолодженої) води на виході з АБХМ, наприклад $t_{обр}$ = 75…80 °С, тобто вище її специфікаційного значення $t_{обр.сп}$ = 70 °С на вході у теплообмінники відведення теплоти від вузлів охолодження ГД. Для забезпечення задовільного теплового стану ГД частина зворотної води охолоджується в охолоджувачі зворотного теплоносія (ОТН) з відведенням надлишкової теплоти в атмосферу градирнею. Повернення надлишкової теплоти в АБХМ неможливо через її низьку температуру, $t_{обр}$ = 75…80 °С, порівняно зі специфікаційною температурою гарячого теплоносія на вході АБХМ: $t_{г.сп}$ = 90…95 °С.

Шляхом автоматизованого моніторингу параметрів установки автономного енергозабезпечення (липень 2011) отримано значення температури гарячої води $t_{w1}$ , що надходить з когенераційного модуля ГД в АБХМ системи утилізації, зворотної води після АБХМ $t_{w4}$ (перед її охолодженням в ОТН скиданням надлишку теплоти градирнею в атмосферу) і охолодженої зворотної води після ОНТ на вході в ГД, $t_{w5}$ .

Встановлено, що зниження температури зворотної води в ОТН $t_{w4} - t_{w5} \approx$ 6 °С доволі істотне порівняно з різницею температур гарячої та охолодженої в АБХМ води $t_{w1} - t_{w4}$ = 14 °С і становить 25…30 % всієї кількості теплоти, що відводиться від ГД. Це свідчить про значні втрати теплоти $Q_{п}$ порівняно з використаною в АБХМ $Q_{г.А}$.

З метою скорочення втрат тепла і, відповідно, отримання додаткового холоду запропоновано схему системи утилізації, згідно з якою теплоносій після АБХМ розділяється на два потоки, один з яких, як і в базовому варіанті, направляють через охолоджувач теплоносія (ОТН) до вузлів охолодження двигуна. Другий потік теплоносія з додатковою витратою (близько 50 %

базової витрати) подається повз ОТН в утилізаційний котел (УК) двигуна.

Оскільки загальна витрата теплоносія зростає до 150 % базової, то його температура на виході з УК і після АБХМ також зменшується. Отже скорочуються втрати теплоти в ОТН основного потоку теплоносія, який подають до вузлів охолодження двигуна ГД. Додатковий же потік теплоносія (з 50 % витратою від базової) надходить безпосередньо до УК повз ОТН.

Були отримані значення температур на вході та виході з АБХМ, УК та ГД в залежності від загальної витрати теплоносія G (обох потоків) відповідно до зміни витрати додаткового потоку теплоносія. У подальших розрахунках загальна витрата теплоносія приймалася 150 % базової з температурами на виході з УК (вході АБХМ) $t_{\text{г АБХМ(вх.)}} = t_{\text{г УК(вих.)}} = 85$ °С, і виході з АБХМ $t_{\text{г АБХМ(вих.)}} = 73$°С.

Отримано, що зі збільшенням витрати теплоносія другого (додаткового) потоку зменшується температура на виході з АБХМ і відповідно в ОТН температура теплоносія знижується не з 77 °С до 70 °С (базовий варіант), а з 73 °С до 70°С (витрата додаткового потоку теплоносія складає 50 % базової). При цьому втрати теплоти $Q_{\text{г.п}} \approx 500$ кВт, а теплота, використана в АБХМ, $Q_{\text{г.А}} \approx 2500$ кВт.

Ефективність трансформації скидної теплоти ГД в холод в системі утилізації з АБХМ характеризується тепловим коефіцієнтом системи утилізації $\zeta_{\text{СУА}} = Q_0 / Q_{\text{г.с}}$, який являє собою відношення кількості отриманого в АБХМ холоду (холодопродуктивності) $Q_0$ до сумарної кількості теплоти гарячого теплоносія $Q_{\text{г.с}}$, що надходить в систему утилізації (трансформації скидної теплоти ГД в холод) від когенераційних модулів ГД.

Варіант з двома потоками зворотного теплоносія призводить до незначного зниження теплових коефіцієнтів АБХМ $\zeta_{\text{АБХМ(85)}}$ (порівняно з $\zeta_{\text{АБХМ(90)}}$ базового варіанту роботи АБХМ) через більш низьку температуру теплоносія на вході в АБХМ порівняно з базовим варіантом: 85 °С проти 90 °С, але ефективність системи утилізації в цілому, навпаки, значно зростає: $\zeta_{\text{СУ2пот}} >> \zeta_{\text{СУАб}}$. Як результат, збільшується холодопродуктивність АБХМ двопоточної системи утилізації: $Q_{0.2\text{пот}} > Q_{0.6}$.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Economic utilization of Biomass and Municipal Waste for power generation. Some energy lasts for generations [Text]. – GE Jenbacher Company Overview. – June 13, 2007. – 39 p.

2. Elsenbruch T. Jenbacher gas engines a variety of efficient applications [Text]/T. Elsenbruch. – Bucureşti, October 28, 2010. – 73 p.

3. GTI Integrated Energy System for Buildings. Modular System Prototype [Text]/ G. Rouse, M. Czachorski, P. Bishop, J. Patel // GTI Project report 15357/65118: Gas Technology Institute (GTI). – January 2006. – 495 p.

УДК 621.433:621.57

# ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ЗАЛА УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

**Авторы:** Грич А.В., Радченко Н.И.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

Топливная экономичность газовых двигателей (ГД) зависит от температуры воздуха на входе и снижается с ее повышением. Температура воздуха в машинном отделении (МО), откуда воздух поступает в ГД, обычно поддерживается системой вентиляции или теплоиспользующей системой охлаждения (ТСО) приточного воздуха в центральном кондиционере с использованием холодной воды, поступающей от абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины (АБХМ), утилизирующей сбросную теплоту ГД [1, 2]. Из-за больших объемов МО охлаждение приточного воздуха связано со значительными энергозатратами.

Анализ эффективности охлаждения приточного воздуха МО произведен на примере автономной теплоэлектростанции завода ООО «Сандора»–»Pepsico Ukraine» (пос. Южный, Николаевская обл.). Установка включает два когенерационных ГД JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт), АБХМ типа AR-D500L2 Century (холодильной мощностью 2000 кВт) и два центральных кондиционера CIC Jan HREBEC (Чехия) H.63 (холодопроизводительностью по 350 кВт и объемным расходом воздуха по 60000 м$^3$/ч каждый).

Вследствие значительных тепловыделений от ГД и теплопритоков извне температура воздуха в МО и на входе ГД $t_{вх}$ достигает 30 °С, что всего лишь на 5…7 °С ниже, чем наружного воздуха $t_{НВ}$. При этом теплота, отведенная от ГД, используется в АБХМ для получения холодной воды с температурой 7…10 °С, которая является хладоносителем для технологических нужд и воздухоохладителей (ВО) центральных кондиционеров, из которых охлажденный и осушенный воздух подается в МО, откуда поступает на всасывание ТК двигателей. При сокращении подачи холода ($\tau = 1^{\underline{00}} – 6^{\underline{00}}$) температура в МО превышает температуру наружного воздуха.

Из-за большого расхода воздуха $G_в$ = 60000 м$^3$/ч снижение температуры приточного воздуха в ВО кондиционеров незначительное: $\Delta t_{ВО} = t_{НВ} – t_{ВО2}$ = 10…12 °С в наиболее напряженные часы $\tau = 10^{\underline{00}} – 18^{\underline{00}}$ . Результаты расчета параметров ВО показывают, что при уменьшенном расходе воздуха $G_в$ = 35000 м$^3$/ч достигают более глубокого охлаждения воздуха в ВО: $\Delta t_{ВО} = t_{нв} – t_{ВО2}$ = 15…17 °С (против $\Delta t_{ВО} = t_{нв} – t_{ВО2}$ = 10…12 °С при $G_в$ = 60000 м$^3$/ч) с понижением температуры воздуха на выходе из ВО до $t_{ВО2}$ = 18 °С (против $t_{ВО2}$ = 25 °С) при максимальной $t_{нв}$ = 36 °С.

Охлажденный воздух целесообразно подавать к ТК отдельным воздуховодом, что обеспечивает более глубокое охлаждение воздуха в ВО до $t_{вх} = t_{ВО2}$ = 15…18 °С и в целом в ТСО $\Delta t_{ТСО} = \Delta t_{ВО} = t_{нв} – t_{ВО2}$ = 15…17 °С по срав-

нению с $t_{вх}$ = 25…27 °С и $\Delta t_{ТСО} = t_{нв} - t_{вх}$ = 5…7 °С при подаче всего воздуха $G_{в}$ = 60000 м³/ч в МО, оттуда – на вход ГД.

Температура воздуха на выходе ВО ограничивается температурой воды, подаваемой от АБХМ: $t_{вх.вод}$ = 7 °С. Для более глубокого охлаждения температура охлаждающей воды должна быть ниже: $t_{вх.вод}$ =3…4 °С, получить которую можно, дополнительно охлаждая воду от АБХМ, например, с помощью эжекторной холодильной машины (ЭХМ). При этом глубина охлаждения в самое жаркое время суток возросла $\Delta t_{ВО}$ = 20 °С по сравнению с $\Delta t_{ВО}$ = 17 °С при температуре охлаждающей воды на входе ВО $t_{вх.вод}$ =7 °С . Но поскольку ВО имеет небольшую глубину по ходу воздуха (3 ряда) температура $t_{ВО2}$ остается сравнительно высокой и при температуре охлаждающей воды $t_{вх.вод}$ =7 °С.

Чтобы понизить температуру воздуха $t_{ВО2}$ на выходе ВО, можно использование двухступенчатые системы охлаждения воздуха – с подачей в первую (высокотемпературную) ступень $ВО_1$ охлаждающей воды с температурой $t_{вх.вод}$=7 °С (от АБХМ), а во вторую (низкотемпературную) ступень $ВО_2$ воды с температурой $t_{вх.вод}$ = 4 °С, дополнительно охлажденной в ЭХМ.

В рассматриваемом варианте в качестве $ВО_1$ используется трехрядный ВО производства фирмы Güntner, которым оборудован центральный кондиционер. Приточный воздух, проходя через $ВО_1$ ($t_{вх.вод1}$ = 7 °С), охлаждается от $t_{нв}$ до $t_{вых.ВО.1}$. При этом глубина охлаждения воздуха в $ВО_1$ в самое жаркое время суток $\Delta t_{ВО.1}$ =18 °С.

Температура воды, доохлажденной в ЭХМ, на входе $ВО_2$ : $t_{вх.вод.2}$ = 4 °С, Расходы воды через обе ступени ВО одинаковые: 50 м³/ч. Температура воздуха на входе в $ВО_2$ $t_{вх.ВО.2} = t_{вых.ВО.1}$. Из видно, что глубина охлаждения во второй ступени ВО $\Delta t_{ВО.2}$ = 8 °С меньше по сравнению с первой $\Delta t_{ВО.1}$ = 18 °С. При этом тепловая нагрузка $Q_{0.1}$ на первую ступень $ВО_1$ значительно превышает ее величину $Q_{0.2}$ на $ВО_2$. Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что хотя влагосодержание воздуха после первой ступени $ВО_1$ и уменьшается, так как часть водяных паров конденсируется из влажного воздуха, коэффициент влаговыпадения (ξ - отношение полного количества теплоты, отведенной от воздуха, к ее явной составляющей, определяемой разностью температур воздуха) $\xi_2$ в $ВО_2$ больше $\xi_1$ в $ВО_1$. Это объясняется возрастанием относительной влажности воздуха в процессе охлаждения с приближением к линии насыщения.

Полная глубина двухступенчатого охлаждения приточного воздуха самое жаркое время суток ($12^{00}$-$14^{00}$) составляет $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО.2}$= 28..29 °С, что значительно больше, чем при одноступенчатом: $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО}$=17..18 °С. При этом температура воздуха на выходе из двухступенчатого ВО не превышает 10,4 °С по сравнению с базовым вариантом, когда она достигала 28 °С.

При подаче более глубоко охлажденного воздуха (благодаря уменьшению расхода воздуха через кондиционер) отдельным воздуховодом на вход ГД сокращается также тепловая нагрузка на систему оборотного охлаждения наддувочной газовоздушной смеси ГД, что способствует стабилизации теплового состояния двгателей.

Предложена теплоиспользующая двухступенчатая система охлаждения приточного воздуха МО с подачей охлажденного воздуха непосредственно на вход ГД отдельным воздуховодом, которая дает возможность существенно сократить расход охлаждаемого воздуха, увеличить глубину его охлаждения при снижении затрат холода и обеспечить стабилизацию теплового состояния ГД.

**Литература**

1. Радченко А.Н. Согласование работы когенерационного модуля газового двигателя и абсорбционного термотрансформатора [Текст] / А.Н. Радченко, А.В. Коновалов, Л.А. Остапенко // Газотурбинные технологии: Рыбинск, Россия. – 2013. – № 4 (115). – С. 30–33.

2. Радченко А.Н., Коновалов А.В., Остапенко А.В., Манилов А.С. Согласование работы абсорбционного термотрансформатора с когенерационным газопоршневым модулем установки автономного энергообеспечения [Текст] / А.Н. Радченко, А.В. Коновалов, А.В. Остапенко, А.С. Манилов // Вестник двигателестроения. – 2012. – № 2. – С.65–69.

УДК 621.57

## УТИЛИЗАЦИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕЙСОВОЙ ЛИНИИ

Авторы: [1]Радченко Р.Н., [1]Калиниченко И.В., [2]Щербак Ю.Г.
*[1]Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев*
*[2]Черноморский государственный университет им. П. Могилы, г. Николаев*

Значительные изменения в течение рейса температуры наружного воздуха, соответственно и воздуха на входе турбокомпрессора (ТК) судового дизеля, остро ставит проблему охлаждения циклового воздуха с целью поддержания его высокой топливной эффективности. Известно, что с увеличением на 10 ºС температуры воздуха на входе ТК малооборотных дизелей (МОД), применяющихся в качестве главных двигателей, удельный расход топлива $b_e$ возрастает на 0,5…0,7 %. Возрастание при этом температуры уходящих газов и соответствующих потерь теплоты делает целесообразным ее трансформацию в холод теплоиспользующей холодильной машиной (ТХМ) и охлаждением воздуха на входе ТК. Однако эксплуатация судна в течение одного рейса в разных климатических зонах ставит остро вопросы трансформации сбросной теплоты не только в режиме производства холода, но и в традиционном теплофикационном режиме.

Целью работы является анализ эффективности трансформации сбросной теплоты судового дизеля с получением “энергетического” холода для

охлаждения воздуха на входе ТК в ТХМ и использованием сбросной теплоты на теплофикационные нужды, определение путей их совместной реализации.

В качестве ТХМ рассмотрена конструктивно наиболее простая и надежная в эксплуатации эжекторная холодильная машина (ЭХМ), в которой функцию компрессора выполняет эжектор. Применение в ЭХМ низкокипящих рабочих тел (НРТ) позволяет охлаждать воздух на входе ТК МОД до сравнительно низких температур 15…20 ºС и при этом избегать необходимости поддержания вакуума в испарителе НРТ-воздухоохладителе (И-ВО).

ЭХМ состоит из паросилового и холодильного контуров. Паросиловой контур служит для получения в генераторе паров НРТ высокого давления, энергия которых используется в эжекторе для поджатия паров НРТ низкого давления, всасываемых из И-ВО холодильного контура, до давления в конденсаторе. Эжектор совмещает функции детандера паросилового контура (расширение пара происходит в сопле) и компрессора холодильного контура (повышение давления – в камере смешения и диффузоре). Теплота уходящих газов используется в пароводяном утилизационном котле (УК), а водяного пара – на покрытие судовых нужд (20…30 % в теплое время) и в ЭХМ (80…70 %) для получения холода.

Рассчитаны удельные, приходящиеся на единицу расхода уходящих газов (воздуха), теплота, отведенная от уходящих газов в генераторе ЭХМ $\overline{q}_{\dot{a}}$, и холодопроизводительность ЭХМ $\overline{q}_{\tilde{n}}$, снижение температуры $\Delta t_в$ воздуха в охладителе на входе ТК в зависимости от температуры $t_г$ кипения НРТ в генераторе при разных коэффициентах влаговыпадения $\xi$. В качестве НРТ применен озонобезопасный хладон R142b. Температура кипения R142b в испарителе $t_0$ = 5 ºС, а конденсации $t_к$ = 35 ºС.

Результаты расчетов показали, что при температуре кипения НРТ в генераторе $t_г$ = 120 ºС снижение температуры воздуха в охладителе составляет $\Delta t_в$ = 11…17 ºС при коэффициентах влаговыпадения соответственно $\xi$ = 3,0…2,0. Коэффициент влаговыпадения $\xi$ – отношение полного количества теплоты (разности энтальпий воздуха на входе и выходе из охладителя), отведенной от влажного воздуха в охладителе, т. е. холодопроизводительности ЭХМ $Q_0$, к количеству явной теплоты, определяемому разностью температур по сухому термометру: $\xi = Q_0 /[G_в \cdot c_в (t_{в1} – t_{в2})]$. Чем больше $\xi$, тем большее количество теплоты необходимо отвести от влажного воздуха для снижения его температуры на одну и ту же величину. Величина $\xi$ = 1 соответствует охлаждению без влаговыпадения.

В качестве примера рассмотрен балкер типа “Киев” с главным двигателем 8S50ME-C7.1-TII корпорации MAN (номинальные мощность $N_н$ = 12640 кВт и число оборотов $n_н$ = 127 об/мин, эксплуатационные $N_э$ = 10580 кВт и $n_э$ = 120 об/мин) и рейсовая линия Мариуполь-Амстердам-Мариуполь.

Вычислено изменение температуры $t_{нв}$, относительной влажности $\varphi_{нв}$ и влагосодержания $d_{нв}$ наружного воздуха в течение летнего рейса Мариуполь–Амстердам–Мариуполь (1.07…26.07.2009).

Показано, что в течение суток имеют место существенные колебания температуры $t_{нв}$ и относительной влажности φ наружного воздуха, причем максимумам температур соответствуют минимумы влажности. Наличие дневных и ночных противоположно направленных экстремумов $t_{нв}$ и φ создает благоприятные условия для большего снижения температуры воздуха на входе ТК МОД днем (благодаря меньшей относительной влажности φ и соответственно затрат холодопроизводительности на конденсацию водяных паров), когда имеет место значительное ухудшение топливной эффективности МОД из-за повышенных $t_{нв}$.

В случае подачи в ТК двигателя воздуха из МО его температуру $t_{в1}$ на входе ВО принимают на 10 ºС выше, чем наружного воздуха, а отдельным воздуховодом – на 5 ºС выше чем $t_{нв}$. Соответственно и затраты холодопроизводительности ЭХМ $Q_0$ при охлаждении воздуха до одной и той же температуры $t_{в2}$ в первом случае больше, чем во втором.

Холодопроизводительность ЭХМ $Q_0$ определяют исходя из располагаемой теплоты уходящих газов $Q_г$ как $Q_0 = \zeta Q_г$, где ζ – тепловой коэффициент ЭХМ, ζ = 0,30…0,35. Снижение температуры воздуха $\Delta t_в = t_{в1} - t_{в2}$ и температуру охлажденного воздуха $t_{в2}$ на входе ТК определяют из теплового баланса ВО ЭХМ $Q_0 = G_в \cdot c_в (t_{в1} - t_{в2})\xi$ при текущих в течение рейса температуре наружного воздуха $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ (соответственно $t_{в1}$ и $\varphi_{в1}$). Расход воздуха $G_в$·через ТК рассчитывают по программе корпорации MAN в зависимости от температуры воздуха $t_{в2}$ на входе ТК.

С учетом разности температур между охлажденным воздухом и кипящим R142b, $t_{в2} - t_0 = 10$ ºС, глубина охлаждения воздуха в И-ВО ограничивается температурой $t_{в2} = 15$ ºС (при $t_0 = 5$ ºС).

Рассчитаны снижение температуры воздуха $\Delta t_в$ в охладителе ЭХМ на входе ТК и температура воздуха на выходе из воздухоохладителя $t_{в2}$ при подаче воздуха в ТК из МО в течение летнего рейса Мариуполь–Амстердам–Мариуполь.

Как показали расчеты, снижение температуры воздуха $\Delta t_в$ в охладителе ЭХМ на входе ТК при его подаче из МО больше по сравнению с его подводом отдельным воздуховодом: $\Delta t_в'' \geq \Delta t_в'$, что обусловлено более высокой (примерно на 5 ºС) температурой воздуха в МО по сравнению с его температурой в воздуховоде. С учетом еще и повышенной влажности воздуха в МО затраты холода на его охлаждение значительно больше, чем при подаче наружного воздуха воздуховодом. В результате температура воздуха на выходе из воздухоохладителя $t_{в2}$ оказывается выше 15 ºС.

Получены зависимости значения холодопроизводительности ЭХМ $Q_0$, расходуемой на охлаждение воздуха в охладителе на величину $\Delta t_в$, а также доли $\Delta Q_0$ от располагаемой холодопроизводительности (получаемой в ЭХМ за счет утилизации теплоты уходящих газов) в течение летнего рейса Мариуполь–Амстердам–Мариуполь при подаче воздуха в охладитель отдельным воздуховодом $\Delta Q_0'$ и из МО $\Delta Q_0''$.

Установлено, что в случае подачи на вход охладителя наружного воздуха отдельным воздуховодом на его охлаждение расходуется около половины

располагаемой холодопроизводительности ЭХМ (исходя из располагаемой теплоты уходящих газов). При подаче воздуха в охладитель из МО на участке протяженностью примерно 2000…2500 км прямого и обратного рейсов (Одесса-Порто и Порто-Одесса) при повышенных температурах $t_{нв}$ имеет место 20…30 % дефицит холода: $\Delta Q_0$ “> 100 %. В результате температура воздуха на выходе из воздухоохладителя $t_{в2}$ оказывается выше 15 ºС. Поэтому для охлаждения воздуха в охладителе на входе ТК до $t_{в2}$ = 15 ºС необходимо использовать либо дополнительные источники сбросной теплоты, например наддувочного воздуха для нагрева конденсата НРТ в экономайзерной секции генератора, за счет чего можно практически удвоить выработку холода, либо применять термодинамически более эффективные ТХМ, например, абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АБХМ).

По климатическим условиям и, следовательно, потребности в охлаждении циклового воздуха судовых дизелей рейсы из Украины в Западную Европу можно разбить на две части, причем сопоставимые по продолжительности эксплуатации энергоустановки: участок рейса, на котором необходимо получение холода с помощью ТХМ, и участок с повышенными затратами теплоты на теплофикационные нужды. Следует отметить, что при расчетах располагаемой холодопроизводительности ЭХМ исходили из потребления 80 % теплопроизводительности УК по водяному пару, т.е за вычетом его затрат на судовые нужды.

Таким образом, если на участке рейса с потребностью в “энергетическом” холоде стоит задача эффективной трансформации сбросной теплоты в холод с помощью ТХМ, то на “теплофикационном” участке рейса, наоборот, актуально эффективное функционирование теплогенерирующей (когенерационной) энергоустановки. Поскольку в обоих вариантах задействованы штатные УК, методики проектирования которых достаточно отработаны и апробированы, то актуальными являются вопросы рационального проектирования дополнительных теплообменников, встраиваемых в воздушный тракт МОД: воздухоохладителей на входе ТК и теплоиспользующей (когенерационной) высокотемпературной ступени охладителя наддувочного воздуха ($ОНВ_{ВТ}$ ) для отвода теплоты от наддувочного воздуха на ТХМ или на теплофикационные нужды.

Поскольку во втором случае необходимость в работе ТХМ отпадает в силу отсутствия потребности в охлаждении циклового воздуха МОД, т.е. уменьшается коэффициент использования ТХМ в течение рейса, то с точки зрения капитальных затрат наиболее приемлемым является применение конструктивно простых и самых дешевых ЭХМ. Их интегрирование в энергоустановку МОД сводится к монтированию на входе ТК испарителя НРТ-воздухоохладителя. При этом генератор паров НРТ подключают к пароконденсатной системе УК, а в случае использования теплоты наддувочного воздуха – к $ОНВ_{ВТ}$ посредством промежуточного водяного контура.

Следует отметить, что с точки зрения механической прочности цилиндропоршневой группы ДВС недопустимо чрезмерное повышение

давления в рабочих цилиндрах, которое имеет место, наоборот, при пониженных температурах воздуха на входе ТК и, соответственно, повышенных его расходах. Во избежание этого прибегают к снижению мощности ТК с соответствующим уменьшением его производительности и напора путем частичного байпасирования турбины наддувочного ТК и подачи части выпускных газов, минуя ТК, в утилизационный турбогенератор (УТГ) для дополнительной выработки электроэнергии либо напрямую в УК для получения дополнительного количества пара, в частности, на теплофикационные нужды. Таким образом, охлаждение воздуха на входе ТК можно рассматривать как эффективный способ комплексного решения проблемы повышения топливной экономичности МОД и повышения теплопроизводительности (при глубоком охлаждении воздуха).

УДК 621.433:621.57

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРОТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Н. И. Радченко[1], Л. Бохдаль[2] , А. В. Грич[1], И. П. Есин[1]
*[1]Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*
*[2]Кошалинский технический университет, Польша*

Газопоршневые двигатели (ГПД), работающие на природном газе и альтернативных газообразных топливах, находят широкое применение в установках автономного электро-, тепло- и холодообеспечения (тригенерационного типа) [1–3]. С повышением температуры воздуха на входе термодинамическая эффективность ГПД снижается (уменьшается КПД и, соответственно, возрастает удельный расход топлива). Поддержание температуры воздуха на входе ГПД осуществляется охлаждением приточного воздуха машинного отделения (МО). Для получения холода применяют теплоиспользующие холодильные машины (ТХМ), как правило, абсорбционные бромисто-литиевые (АБХМ), утилизирующие сбросную теплоту ГПД [4–6]. Отвод теплоты конденсации и абсорбции от АБХМ осуществляется системой оборотного охлаждения с градирней мокрого типа.

Особенно остро проблема ухудшения топливной эффективности при высоких температурах наружного воздуха стоит в ГПД установок автономного энергообеспечения с отводом теплоты от наддувочной газовоздушной смеси (ГВС) системой оборотного охлаждения с градирнями сухого типа. В таких градирнях из-за низкой интенсивности теплообмена между наружным воздухом и водой промежуточного контура охлаждения имеют место значительные разности температур. При повышенных температурах наружного воздуха на входе градирни и, следовательно, воды система оборотного охлаждения не в состоянии обеспечить поддержание требуемой температуры ГВС после охладителя наддувочной смеси $ОНС_{НТ}$ на входе в рабочие

цилиндры двигателя. Уменьшить тепловую нагрузку на систему оборотного охлаждения наддувочной ГВС можно путем более глубокого охлаждения воздуха на входе наддувочного турбокомпрессора (ТК), а повысить эффективность охлаждения наддувочной ГВС – за счет снижения температуры воды в системе оборотного охлаждения.

Первая на Украине тригенерационная установка автономного электро-, тепло- и холодообеспечения завода ООО «Сандора»–»Pepsico Ukraine» (Николаевская обл.) введенна в эксплуатацию в 2011 г. Проектирование и монтаж установки выполнены ЧНПП «СИНАПС»–»GE Energy» (г. Киев) и ООО «Хладотехника» (г. Николаев). Тригенерационная установка включает 2 когенерационных ГПД JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГПД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт), АБХМ и два центральных кондиционера холодопроизводительностью по 350 кВт и объемным расходом воздуха по 60000 м$^3$ /ч каждый для охлаждения приточного воздуха МО. При этом теплота, отведенная от ГПД, используется в АБХМ для получения холодной воды с температурой 7…10 °С, которая является хладоносителем для воздухоохладителей (ВО) центральных кондиционеров, из которых охлажденный и осушенный воздух подается в МО, откуда поступает на всасывание ТК двигателей.

Система оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГПД включает градирни сухого типа Evapco, а отвод теплоты конденсации и абсорбции от АБХМ осуществляется градирнями мокрого типа.

Как показала практика первых лет эксплуатации тригенерационной установки, система оборотного охлаждения ГВС не в состоянии обеспечить эффективную работу ГПД при высоких температурах наружного воздуха $t_{нв}$ на входе градирен сухого типа.

Решение этой задачи усложняется большими объемами приточного воздуха МО, охлаждаемого в центральных кондиционерах, в несколько раз превышающими расходы циклового воздуха ГПД, что исключает возможность глубокого снижения его температуры в ВО кондиционеров (соответственно и температуры $t_{вх}$ воздуха на входе ТК ГПД), которое могло бы компенсировать тепловыделения от ГПД и теплопритоки в МО при высоких $t_{нв}$ .

Проведенные измерения показали, что из-за большого расхода воздуха $G_в$ = 60000 м$^3$/ч снижение температуры приточного воздуха в ВО кондиционеров незначительное: $\Delta t_{BO(60)} = t_{нв} - t_{вых.BO(60)}$ = 10…12 °С в наиболее напряженные часы $\tau = 10^{\underline{00}} - 18^{\underline{00}}$ .

Температура охлажденного воздуха $t_{вых.BO}$ ограничивается температурой охлаждающей воды, подаваемой из АБХМ в ВО: $t_{WBX}$ = 7 °С. Понизить температуру охлаждающей воды до $t_{WBX}$ = 3…4 °С и обеспечить соответственно более глубокое охлаждение можно, дополнительно охлаждая воду от АБХМ, например, с помощью эжекторной холодильной машины (ЭХМ) как бустерной низкотемпературной ступени охлаждения [6].

При такой двухступенчатой системе охлаждения приточного воздуха в первую (высокотемпературную) ступень $BO_1$ подают охлаждающую воду

с температурой $t_{WBX}$ = 7 °С (от АБХМ), а во вторую (низкотемпературную) ступень $ВО_2$ – воду с температурой $t_{WBX}$ = 4 °С, дополнительно охлажденную в ЭХМ. Полная глубина двухступенчатого охлаждения приточного воздуха самое жаркое время суток ($12^{\underline{00}}$-$14^{\underline{00}}$) составляет $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО.2}$= 28...29 °С, что значительно больше, чем при одноступенчатом: $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО.1}$=17..18 °С. При этом температура воздуха на выходе из двухступенчатого ВО не превышает 10,4 °С по сравнению с базовым вариантом, когда она достигала 28 °С. Таким образом, за счет более глубокого охлаждения воздуха на входе ТК уменьшают тепловую нагрузку на систему оборотного охлаждения наддувочной ГВС.

Результаты расчетов по программе фирмы-изготовителя кондиционеров показывают, что при уменьшении расхода воздуха почти вдвое ($G_в$ = 35000 м³/ч) снижение температуры воздуха в ВО: $\Delta t_{ВО} = t_{нв} - t_{вых.ВО(35)}$ = 15… 25 °С (против $\Delta t_{ВО(60)}$ = 10…12 °С при $G_в$ = 60000 м³/ч), а температура воздуха на выходе из ВО понижается до $t_{вых.ВО}$ = 10…12 °С (против $t_{вых.ВО(60)} \approx$ 25 °С) при максимальной $t_{нв}$ = 36 °С. При этом охлажденный воздух подают к ТК отдельным воздуховодом, что обеспечивает более глубокое охлаждение воздуха в ВО до $t_{вх} = t_{вых.ВО(35)}$ = 10…12 °С.

Процесс охлаждения приточного воздуха в ВО кондиционеров сопровождается конденсацией водяного пара. Конденсат, который при этом отводится, можно использовать для увлажнения наружного воздуха на входе градирни сухого типа системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГПД до состояния насыщения с соответствующим понижением его температуры до температуры по мокрому термометру $t_м$ .

Рассчитано количество конденсата $G_{к.с(35)}$ , получаемого в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО кондиционеров за сутки. Возрастание тепловой нагрузки на ВО (затрат холодопроизводительности $Q_{0(35)}$ ) из-за отвода теплоты конденсации водяных паров в процессе охлаждения влажного воздуха характеризуется коэффициентом влаговыпадения $\xi$ – отношением полного количества теплоты, отведенной от воздуха, к ее явной составляющей, определяемой разностью температур воздуха.

Количество накапливаемого за сутки конденсата составило $G_{к.с(35)}$ = 2350 кг. Сравним его количество с затратами воды (конденсата) на увлажнение наружного воздуха на входе градирни системы оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГПД до состояния насыщения с соответствующим понижением его температуры до температуры по мокрому термометру $t_м$ на величину $\Delta t_м$ по сравнению с наружной: $\Delta t_м = t_{нв} - t_м$ . Получены расчетные величины снижения температуры воздуха $\Delta t_м$ на входе градирни, расходов воды часовых $G_в$ и суммарных за сутки $G_{в.с}$ на увлажнение воздуха расходом 35000 м³/ч до состояния насыщения.

Установлено, что увлажнение воздуха ($G_в$ = 35000 м³/ч) до состояния насыщения обеспечивает при высоких $t_{нв}$ = 25…35 °С, $\tau = 12^{\underline{00}} - 19^{\underline{00}}$ , снижение его температуры на входе градирни такого комбинированного типа до $t_м$ = 12…24 °С, т.е. на величину свыше $\Delta t_м$ = 10 °С. Однако при этом следует учитывать разные расходы не только воды $G_{в.с}$ на увлажнение наружного

воздуха на входе градирни и конденсата $G_{к.с}$, отводимого в процессе охлаждения приточного воздуха в ВО кондиционеров ($G_{в.с}$ = 2800 кг и $G_{к.с(35)}$ = 2350 кг), но и расходы воздуха через градирни и приточного воздуха.

Применение в системах оборотного охлаждения наддувочной ГВС ГПД градирен сухого типа, а не более эффективных аппаратов мокрого типа, которые обеспечивают более глубокое снижение температуры оборотной воды (температура охлажденной воды примерно на 3 °С выше температуры мокрого термометра $t_м$ ), обусловлено жесткими требованиями к физическим качествам охлаждающей воды, которая циркулирует непосредственно через низкотемпературный охладитель наддувочной смеси $ОНС_{нт}$ по замкнутому изолированному от внешней среды контуру. Применение промежуточного пластинчатого теплообменника (ПТО) с передачей теплоты от внутреннего замкнутого контура водяного охлаждения наддувочной ГВС в $ОНС_{нт}$ (вода с повышенными физическими свойствами) к внешнему открытому контуру оборотного охлаждения воды в градирне мокрого типа системы охлаждения АБХМ, позволяет разрешить указанное противоречие требований к воде как теплоносителю.

Проведено сравнение текущих значений температуры охлажденной в $ОНС_{нт}$ наддувочной ГВС систем охлаждения с градирнями сухого $t_{нс}$, мокрого $t_{нс.мг}$ и комбинированного $t_{нс.м}$ типов при расходе воздуха $G_в$ = 22000 м$^3$/ч. Показано, что система оборотного охлаждения с градирней мокрого типа и промежуточным пластинчатым теплообменником обеспечивает наиболее глубокое охлаждение наддувочной ГВС.

**Литература**

1. **Elsenbruch, T.** Jenbacher gas engines a variety of efficient applications [Text] /T. Elsenbruch. – Bucureşti, October 28, 2010. – 73 p.

2. Economic utilization of Biomass and Municipal Waste for power generation. Some energy lasts for generations. – GE Jenbacher Company Overview. – June 13, 2007. – 39 p.

3. GTI Integrated Energy System for Buildings. Modular System Prototype [Text] / G. Rouse, M. Czachorski, P. Bishop, J. Patel // GTI Project report 15357/65118: Gas Technology Institute (GTI). – January 2006. – 495 p.

4. **Radchenko, A.** Improving transformation of waste heat of cogeneration gas engine module by absorption lithium-bromide chiller [Text]/ A. Radchenko, S. Ryzkov, N. Radchenko // Proceedings of the 15 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE 2014.

5. **Радченко, А.М.** Підвищення ефективності кондиціонування повітря машинного відділення когенераційних газових двигунів [Текст] / А.М. Радченко А.М., А.В. Грич //Зб. наук. праць НУК. – 2013. – Вип. № 5-6 (450). – С. 15–19.

6. **Радченко, А.Н.** Ступенчатое охлаждение приточного воздуха машинного отделения автономной электростанции [Текст] / А.Н. Радченко, А.В. Грич, Б.С. Портной // Холодильна техніка та технологія. – 2015. – Т. 51, вып. 1.– С. 31–34.

УДК 621.438.13:621.57

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАДИТЕЛЕЙ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГТУ АБСОРБЦИОННО-ЭЖЕКТОРНЫМ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОМ

[1]Радченко А.Н., [2]Кантор С.А.
*[1]Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*
*[2]ПАО «Завод «Экватор», Украина*

При повышении температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на входе ГТУ их топливная эффективность снижается [1, 2]. Для ГТУ ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» с повышением температуры $t_{нв}$ на 1 °С удельный расход топлива возрастает на 0,7…0,8 г/(кВт·ч) [3]. Повысить эффективность ГТУ и за счет этого сократить расход газообразного топлива при высоких температурах $t_{нв}$ воздуха на входе можно путем его предварительного охлаждения термотрансформаторами, т.е. теплоиспользующими холодильными машинами (ТХМ), утилизирующими теплоту отработанных газов [4]. Глубина охлаждения воздуха и, следовательно, получаемый эффект зависят от типа ТХМ. Так, в абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машинах (АБХМ) можно охладить воздух до температуры $t_{в2}$ примерно 15 °С (температура хладоносителя-холодной воды $t_x$ = 7…10 °С), а в эжекторных (ЭХМ) на низкокипящем рабочем теле (НРТ)-хладоне (температура кипящего хладона $t_0$ = 0…5 °С) – до $t_{в2}$ = 10 °С и ниже. Однако эффективность трансформации теплоты в холод в ЭХМ в 2…3 раза ниже, чем в АБХМ.

Применение промежуточного водяного контура при охлажденииии воздуха на входе ГТУ хладоновой ЭХМ в аппаратах типа «вода-воздух» из-за наличия дополнительной разности температур между водой и кипящим НРТ (хладоном) сокращает глубину охлаждения воздуха примерно на 5 °С, соответственно и эффект от применения ЭХМ. Очевидно, что применения воздухоохладителей комбинированного типа с использованием холодной воды от АБХМ в их высокотемпературной ступени охлаждения и кипящего НРТ от ЭХМ в низкотемпературной позволило бы исключить наличие промежуточного водяного контура и охлаждать воздух до $t_{нв}$ = 10 °С и ниже.

При разработке математической модели воздухоохладителей комбинированного типа с последовательным охлаждением воздуха в водяной и хладоновой ступенях абсорбционно-эжекторной холодильной машины (АЭХМ) были учтены как сезонные, так и суточные изменения климатических условий эксплуатации. При этом меняется глубина охлаждения воздуха (снижение температуры воздуха) $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ в АБХМ (до $t_{в2}$ = 15 ºС) и в АЭХМ (до $t_{в2}$ = 10 ºС и получаемый за счет этого эффект в виде сокращения потребления топлива.

На примере климатических условий эксплуатации ГТУ компрессорной станции (с. Любашевка, Николаевская обл.) показано, что более глубокое охлаждение (на 5 °С ниже) в АЭХМ ($t_{в2}$ = 10ºС) по сравнению с АБХМ ($t_{в2}$ =

15ºС) обеспечивает практически в два раза большую экономию топлива: 260 т против 130 т для ГТУ мощностью 10 МВт. При этом принимали, что с понижением температуры воздуха на входе ГТУ на 1 °С ($\Delta t = 1$ °С) удельный расход топлива уменьшается на 0,7 г/(кВт·ч).

Более глубокое охлаждение воздуха в АЭХМ ($t_{в2}$ = 10 ºС) по сравнению с АБХМ ($t_{в2}$ = 15 ºС) можно реализовать, применяя воздухоохладители (ВО) комбинированного типа с использованием холодной воды от АБХМ в их высокотемпературной ступени охлаждения $ВО_А$ и кипящего НРТ в низкотемпературной $ВО_Э$ без промежуточного водяного контура и, следовательно, без обусловленной его наличием дополнительной разности температур.

Приведена принципиальная схема двухступенчатого воздухоохладителя комбинированного типа и характер изменения температур в его ступенях.

Поскольку расчет высокотемпературной ступени $ВО_А$ (вода-воздух) двухступенчатого воздухоохладителя комбинированного типа особых затруднений не вызывает, то приведены основные положения математической модели низкотемпературной ступени $ВО_Э$ с кипением НРТ в змеевиках. При этом длину трубки (змеевика) $L$ разбивают на $k$ участков длиной d$z$.

Уравнения теплового баланса по НРТ (хладагенту), воздуху и теплопередачи для і-го участка: $Q_i = G_0\, r\, (x_{2i} - x_{1i})$; $Q_i = G_в\, c_{вл}\cdot(t_{вi} - t_в(i+1))\cdot$; $Q_i = k_i\, \theta_i\, F_i$,

где $r$ – удельная теплота фазового перехода НРТ; θ — среднелогарифмическая разность температур на входе и выходе $i$-го участка трубки.

На каждом $i$-м шаге интегрирования (на выходе из $i$-го участка) определялись параметры воздуха (температура $t_{в(i+1)}$, энтальпия $I_{в(i+1)}$), НРТ (давление $P_{i+1} = P_i - dP$, паросодержание $x_{i+1} = x_i + dx$ и температура кипения $t_{0i+1} = t_{0i} - dt_0$), количество теплоты $Q_i = q_i\, d_{вн} dz$, которая отводится на $i$-м участке $ВО_Э$, коэффициенты теплоотдачи от воздуха $\lambda_в$, к НРТ $\lambda_a$, теплопередачи $k$, влаговыпадения ω.

Приращение паросодержания НРТ dx находят из баланса теплоты, подведенной к НРТ в процессе теплопередачи и воспринятой НРТ при испарении. Плотность теплового потока на і-м участке находят по уравнению теплопередачи.

Температура воздуха на выходе из $i$-го участка: $t_{вi+1} = t_{вi} - Q_i/(G_в\cdot\omega_н\, c_в)$.

Коэффициент $\omega_н$ влаговыпадения представляет собой отношение полного количества теплоты, отведенной от воздуха к поверхности, к явной теплоте, которая определяется разницей температур воздуха на входе и выходе из участка: $\omega_н = (I_{в1} - I_{в2})/[c_в(t_{в1} - t_{в2})]$.

Теплоемкость влажного воздух рассчитывают из уравнения: $c_в = 1{,}01 + 1{,}89\, d_в$, где $d_в$ – влагосодержание воздуха, $d_в = 0{,}622\, p_п''/(p_{онп} - p_п'')$, $p_п''$ – парциальное давление водяного пара.

Энтальпия влажного воздуха $I_в = c_в\, t_в + 2500\, d_в$.

Относительная влажность воздуха: $\Delta\omega = P_п/P_п''$, где $P_п$ – давление насыщенного водяного пара, $P_п''$ – давление насыщенного водяного пара при заданной температуре воздуха (по термодинамическим таблицам воды и водяного пара или рассчитывают по уравнениям). После преобразований получают: $\omega = d_в\cdot P_в/(P_{п1}''\cdot(0{,}622+d_{в1}))$.

Падение температуры кипения $dt_{0i}$, обусловленное гидравлическим сопротивлением $dP_i$, рассчитывают по уравнению Клаузиуса-Клапейрона, устанавливающего связь между ним и гидравлическим сопротивлением $dP_i$, которое определяют по методу Локкарта-Мартинелли.

Приведены графические зависимости изменения тепловой нагрузки $Q$, площади наружной ребристой поверхности $F$, аэродинамического сопротивления $\Delta P$, коэффициента влаговыпадения ω, температуры кипения НРТ $t_0$, температуры воздуха на выходе (за трубкой) $t_{в2}$, влагосодержания $d$ по глубине $L$ воздухоохладителя.

Разработанная математическая модель комбинированного ВО позволяет рассчитывать локальные параметры водяной и хладоновой ступеней охлаждения, благодаря чему проектировать ВО разной глубины (по ходу воздуха) при разном соотношении тепловых нагрузок абсорбционной и эжекторной ступеней термотрансформатора.

**Литература**

1. **Bhargava, R.** Parametric analysis of existing gas turbines with inlet evaporative and overspray fogging [Text] / R. Bhargava, C.B. Meher-Homji // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30560. – 15 p.

2. Bortmany, J.N. Assesstment of aqua-ammonia refrigeration for pre-cooling gas turbine inlet air [Текст] / J.N. Bortmany // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30657. – 12 p.

3. Николаевские газовые турбины промышленного применения. – Николаев: ГП НПКГТ "Зоря"–"Машпроект". – 2004. – 20 с.

4. **Радченко, А.Н.** Эффективность способов охлаждения воздуха на входе ГТУ компрессорных станций в зависимости от климатических условий [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 1(118). – С. 95–98.

УДК 621.436.13:621.57

## ОХЛАЖДЕНИЕ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА СУДОВОГО МАЛООБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ

Н.И. Радченко[1], Р.Н. Радченко[1], А.А. Андреев[1], А.А. Сирота[2]

*[1]Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

*[2]Черноморский государственный университет им. П. Могилы, Украина*

Термодинамическая эффективность судовых малооборотных дизелей (МОД) существенно зависит от температуры наддувочного воздуха. С повышением температуры наддувочного воздуха на 10 °С эффективный КПД МОД уменьшается примерно на 0,5 % и, соответственно, возрастает удельный расход топлива $b_e$ [1–3].

Применяются, как правило, два типа систем охлаждения судового двигателя – одноконтурная система охлаждения забортной водой, и двухконтурная, с промежуточным контуром пресной воды. В более совершенных системах охлаждения наддувочного воздуха с применением воздушной холодильной машины и контактного его охлаждения впрыском воды теплота наддувочного воздуха отводится за борт и он не рассматривается в качестве источника теплоты для теплоиспользующих холодильных машин. В то же время такие теплоиспользующие системы охлаждения (ТСО) обеспечивали бы не только более полную утилизацию теплоты наддувочного воздуха, но его охлаждение ниже температуры забортной воды, что особенно актуально при плавании судна в летнее время и южных широтах при повышенных температурах забортной воды. В качестве рабочего тела ТСО применяют низкокипящие рабочие тела (НРТ), что обеспечивает достижение низких температур охлаждаемой воды и, следовательно, наддувочного воздуха, а также исключает необходимость поддержания вакуума в системе НРТ.

В отличие от известных исследований в настоящей работе наддувочный воздух рассматривается как источник теплоты и как объект охлаждения одновременно. При этом генератор паров НРТ высокого давления подключают к высокотемпературному водяному контуру наддувочного воздуха (к $ОНВ_{ВТ}$ после ТК) перед традиционным водяным охладителем наддувочного воздуха (ОНВ), а испаритель НРТ низкого давления – после водяного ОНВ для более глубокого охлаждения наддувочного воздуха. В этом случае испаритель НРТ служит для охлаждения пресной воды, подаваемой в $ОНВ_{НТ}$, ниже температуры забортной воды.

Цель работы – оценка эффективности применения ТСО наддувочного воздуха МОД транспортного судна, утилизирующей теплоту наддувочного воздуха и обеспечивающей его охлаждение ниже температуры забортной воды при повышенных наружных температурах воздуха и воды.

Предложена трехконтурная система охлаждения наддувочного воздуха МОД на базе теплоиспользующей холодильной машины (ТХМ), утилизирующей теплоту самого же наддувочного воздуха.

Высокопотенциальная теплота наддувочного воздуха после ТК отводится высокотемпературным промежуточным водяным контуром к жидкому НРТ, кипящему в генераторе паров НРТ при высоком давлении, откуда пары НРТ поступают в конденсатор, охлаждаемый забортной водой, конденсируются и после дросселирования жидкий НРТ испаряется в испарителе при низком давлении, соответственно и температуре, отводя теплоту от наддувочного воздуха после водяного ОНВ (на входе во впускной ресивер ДВС) с помощью низкотемпературного промежуточного водяного контура. Таким образом, теплота наддувочного воздуха трансформируется в ТСО в холод, который используется для охлаждения пресной воды (холодильного – низкотемпературного промежуточного контура) до температуры, близкой 0 °С, служащей хладоносителем для $ОНВ_{НТ}$ , в котором происходит окончательное глубокое охлаждение наддувочного воздуха.

Генерируемый в ТСО холод может быть использован также для глубокого снижения температуры наддувочного воздуха в штатном ОНВ путем дополнительного (к охлаждению забортной водой в центральном холодильнике) охлаждения пресной воды на входе в ОНВ (на рис. 1 не показано). В этом случае штатный ОНВ функционирует как $ОНВ_{НТ}$ .

Предложенная ТСО, по сути, представляет собой трехконтурную систему охлаждения наддувочного воздуха с пресной водой – в первом, НРТ – во втором и забортной водой – в третьем, разомкнутом, контурах охлаждения. Такая система обеспечивает охлаждение наддувочного воздуха ниже температуры забортной воды.

Поскольку в течение рейса меняются температура $t_{нв}$ и влажность $\varphi_{нв}$ наружного воздуха, соответственно воздуха в машинном отделении (МО) – на входе ТК, а значит и наддувочного воздуха, а также температура $t_{зв}$ и, соответственно, пресной воды промежуточного контура охлаждения наддувочного воздуха (на 5 ºС выше $t_{зв}$), то снижение температуры воздуха $\Delta t_{в}$ в $ОНВ_{НТ}$ , его температуру $t_{в2}$ после $ОНВ_{НТ}$ (на входе в наддувочный ресивер) и соответствующее сокращение потребления топлива МОД определяют с учетом изменения $t_{нв}$, $\varphi_{нв}$ и $t_{зв}$ для судна на конкретной рейсовой линии.

В качестве примера рассмотрен контейнеровоз с главным двигателем 6S50ME-C корпорации MAN [3] (номинальная мощность $N_{н}$ = 10680 кВт, эксплуатационная $N_{э}$ = 10000 кВт) на рейсовой линия Одесса-Гавана-Одесса. По данным метеоцентра получено изменение температуры $t_{нв}$, относительной влажности $\varphi_{нв}$ и влагосодержания $d_{нв}$ наружного воздуха, температуры забортной воды $t_{зв}$ в рейсе Одесса-Гавана-Одесса (1.07…16.08.2009).

На протяжении практически всего рейса температура наружного воздуха $t_{нв}$ составляет 25 ºС и даже 30 ºС. Относительная влажность воздуха $\varphi_{нв}$ изменяется в основном в диапазоне 60…80 % (соответственно в дневное и ночное время). Имеют также место весьма существенные колебания температуры $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$, а следовательно, и влагосодержания $d_{нв}$ наружного воздуха в течение суток, причем максимумам температур $t_{нв}$ соответствуют минимумы влажности $\varphi_{нв}$ и, соответственно, влагосодержания $d_{нв}$. Наличие дневных и ночных противоположно направленных экстремумов $t_{нв}$ (соответственно и температуры наддувочного воздуха $t_{г1}$ после ТК – на входе $ОНВ_{ВТ}$ ) и $\varphi_{нв}$ (соответственно $d_{нв}$ ) создает благоприятные условия для большего снижения температуры наддувочного воздуха МОД днем (благодаря меньшим относительной влажности $\varphi_{нв}$ и, соответственно, влагосодержанию $d_{нв}$), когда имеет место значительное ухудшение топливной эффективности МОД из-за повышенных температур $t_{нв}$ , соответственно и $t_{г1}$ (колебания $t_{зв}$ не столь значительные). В ночное время, когда $t_{нв}$ (соответственно и $t_{г1}$ ) ниже и меньше потребность в охлаждении наддувочного воздуха, снижение температуры воздуха также меньше из-за большей влажности $\varphi$ (соответственно и $d_{нв}$ ).

Обычно в ТК двигателя подают воздух из МО, где его температура $t_{МО}$ на 10 ºС выше, чем наружного воздуха $t_{нв}$. Температуру наддувочного воздуха после ТК $t_{г1}$ (на входе $ОНВ_{ВТ}$ ) рассчитывали с помощью программы корпо-

рации MAN в зависимости от температуры воздуха на входе ТК $t_{МО}$ [1].

Показано, что при существенных колебаниях $t_{г1}$ суточные изменения $t_{зв}$ не столь значительные. Рассчитаны температуры наддувочного воздуха на входе $ОНВ_{ВТ}$ $t_{г1}$ и на выходе $ОНВ_{ВТ}$ $t_{г2}$, снижение температуры наддувочного воздуха $\Delta t_г$ в $ОНВ_{ВТ}$ и температура наддувочного воздуха на выходе $ОНВ_{НТ}$ $t_{в2}$ в течение рейса Одесса-Гавана-Одесса (1.07…16.08.2009).

Температура наддувочного воздуха $t_{Г2}$ на выходе $ОНВ_{ВТ}$ (после ТК), ограничивается температурой конденсации НРТ в ТХМ, с которой жидкий НРТ поступает из конденсатора на вход в генератор ТХМ, и с учетом разностей температур между водой промежуточного контура, выходящей из генератора ТХМ (охлажденной), и жидким НРТ, поступающим в генератор ТХМ из конденсатора ($\Delta t_{в/НРТ} = 4$ ºС), а также между наддувочным воздухом $t_{Г2}$ на выходе из $ОНВ_{ВТ}$ и водой промежуточного контура, охлажденной в генераторе ТХМ, которая поступает в $ОНВ_{ВТ}$.

Располагаемое количество теплоты $Q_г$, отведенное от наддувочного воздуха в $ОНВ_{ВТ}$, определяют как $Q_г = G_в \cdot c_в (t_{г1} - t_{г2}) \xi_{ВТ}$, где $\xi_{ВТ}$ – коэффициентом влаговыпадения процесса охлаждения воздуха в $ОНВ_{ВТ}$. Коэффициент влаговыпадения $\xi$ – отношение полного количества теплоты (разности энтальпий воздуха на входе и выходе теплообменника), отведенной от воздуха соответственно в $ОНВ_{ВТ}$ (тепловой нагрузки на генератор ТСО $Q_Г$) или $ОНВ_{НТ}$ (холодопроизводительности ТСО $Q_0$), к количеству явной теплоты, определяемому разностью температур по сухому термометру.

Располагаемую холодопроизводительность ТСО-ТХМ $Q_0$ определяют исходя из располагаемой теплоты $Q_г$, отведенной от наддувочного воздуха в $ОНВ_{ВТ}$, как $Q_0 = \zeta Q_г$, где $\zeta$ – тепловой коэффициент ТСО-ТХМ. Тепловой коэффициент $\zeta$ представляет собой $\zeta = Q_0/Q_г$, т.е. отношение полезной холодопроизводительности $Q_0$ (количества теплоты, отведенной от наддувочного воздуха в $ОНВ_{НТ}$), к количеству затраченной теплоты $Q_г$, подведенной к ТСО от наддувочного воздуха в $ОНВ_{ВТ}$.

Расход воздуха $G_в$·через ТК рассчитывают с помощью программы корпорации MAN в зависимости от температуры воздуха на входе ТК $t_{МО}$ (в машинном отделении) [3].

В случае избытка располагаемой холодопроизводительности ТСО $Q_0$ снижение температуры наддувочного воздуха $\Delta t_в = t_{в1} - t_{в2}$, а с ним и соответствующие затраты холодопроизводительности $Q_0$, ограничиваются температурой охлажденного наддувочного воздуха $t_{в2}$ на выходе $ОНВ_{НТ}$, значение которой, в свою очередь, лимитируется температурой кипения НРТ в испарителе–охладителе воды, $t_0 \approx 2…7$ ºС, разностью температур в испарителе–охладителе воды (принимаем эту разность температур равной $\Delta t_{ии} = 4$ ºС) и водяном $ОНВ_{НТ}$ ($\Delta t_{в.нт} = 8…12$ ºС).

Вычислены тепловые нагрузки на экономайзерную $Q_{Гэ}$ и испарительную $Q_{Ги}$ секции генератора ТСО, всего генератора $Q_г$ и охладителя ТСО–$ОНВ_{НТ}$ (холодопроизводительность) $Q_0$ с учетом ограничения по температуре охлаждения наддувочного воздуха в $ОНВ_{НТ}$ $t_{в2} = t_0 + \Delta t_{ии} + \Delta t_{в.нт}$, где $\Delta t_{ии} =$ 4ºС – минимальная разность температур между теплоносителями в испари-

теле НРТ–охладителе воды; $\Delta t_{в.нт}$ = 8…12 ºС – разность температур в охладителе ТСО–ОНВ$_{НТ}$ , для эжекторной ТСО ($\zeta$ = 0,33). Рассчитаны также снижение температуры наддувочного воздуха $\Delta t_{в}$ в ОНВНТ ТСО и температура наддувочного воздуха после ОНВНТ ТСО $t_{в2}$ при температурах забортной воды $t_{зв}$ в течение рейса Одесса–Гавана–Одесса (1.07…16.08.2009).

Показано, что применение ТСО обеспечивает охлаждение наддувочного воздуха ниже температуры забортной воды: $t_{в2} < t_{зв}$, и, следовательно, значительно ниже, чем температура воздуха $t_{вв2}$, до которой он может быть охлажден в традиционном водяном ОНВ.

Расход топлива $B_e$ и удельный расход топлива $b_e$ в зависимости от температуры охлажденного наддувочного воздуха, а также сокращение расхода топлива $\Delta B_e$ и удельного расхода топлива $\Delta b_e$ за счет более глубокого охлаждения наддувочного воздуха в охладителе ТСО по сравнению с температурой воздуха, охлажденного в традиционном водяном ОНВ, на величину $\Delta t_{во} = t_{вв2} - t_{в2}$ вычисляли с помощью программы [3] для МОД корпорации MAN при разных температурах воздуха $t_{МО}$ в МО (на входе ТК).

Рассчитаны значения снижение удельного расхода топлива $\Delta b_e$, полного расхода топлива МОД 6S50ME-C корпорации MAN [3] (номинальная мощность $N_н$ = 10680 кВт и эксплуатационная $N_э$ = 10000 кВт) в абсолютных $\Delta B_e$ и относительных величинах в течение рейса Одесса-Гавана-Одесса (1.07…16.08.2009).

Показано, что практически на протяжении всего рейса уменьшение удельного расхода топлива составляет $\Delta b_e \approx$ 2,0 г/(кВт·ч), относительная экономия потребления топлива 1,1…1,2 %, а абсолютная экономия потребления топлива $\Delta B_e$ за рейс для МОД мощностью 10 МВт составляет около 18 т.

Литература

*Influence of Ambient Temperature Conditions. Main engine operation of MAN B&W two-stroke engines [Text]: MAN Diesel & Turbo, Copenhagen, Denmark, 2010. – 17 p.*

*Thermo Efficiency System (TES) for reduction of fuel consumption and $CO_2$ emission [Text]: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005.*

*MAN B&W ME/ME-C/ME-GI/ME-B-TII engines [Text]. – Copenhagen, Denmark: MAN Diesel. – 2010.*

УДК 005.85:005.334

# УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ САМООКУПАЮЩИМИСЯ ПРОЕКТАМИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Радченко А.Н., Морозова А.С.
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

Газотранспортная система (ГТС) Украины включает 72 компрессорные станции (КС) с общим числом газоперекачивающих турбокомпрессорных агрегатов свыше 440. Большая часть их газотурбинных установок (ГТУ) физически изношены и морально устарели, эксплуатируются с большими тепловыми потерями – более 50 % энергии топлива теряется с отработавшими газами. В результате в ГТУ сжигается около 5 % транспортируемого природного газа. Поскольку затраты на введение в эксплуатацию новых ГТУ составляют 700…1500 $/кВт, а на модернизацию 150…300 $/кВт, то предпочтение отдается последнему.

Предложен метод самоокупаемости в управлении инновационными проектами энергосберегающей модернизации газоперекачивающих КС. Применительно к проектному менеджменту метод самоокупаемости (самофинансирования) [1] реализуется путем разделения проекта на несколько промежуточных подпроектов (этапов). Каждый реализованный подпроект должен приносить “промежуточный” доход с использованием прибыли для финансирования последующих подпроектов и в итоге – всего проекта.

Поскольку целью выполнения первого этапа является накопление финансовых средств для выполнения последующего этапа, то реализованное на этом этапе техническое решение может являться либо частью комплексного технического решения всего проекта, либо же после выполнения своего назначения (накопление финансовых средств для выполнения последующего этапа) не использоваться в дальнейшем (при малых инвестициях на реализацию этого технического решения). Очевидно, первому варианту соответствует комплекс технических решений, создаваемый по принципу “надстройки”: ступенчатые, каскадные типы установок.

Приведены графические зависимости финансового состояния проекта: “Доходность (Д) – Затраты (З)” в виде функции времени Т, для главных фаз традиционного и самоокупающегося проектов. Для самоокупающегося проекта затраты составляют лишь часть затрат на традиционный проект (З) и соответствуют стоимости первого подпроекта ($З_1$).

Условия эксплуатации КС характеризуются удаленностью от населенных пунктов и промышленных объектов, что не позволяет использовать горячую воду или пар, полученные за счет утилизации тепла уходящих газов ГТУ (температура газов 400…500 °С) на теплофикационные или технологические нужды, что делает неэффективным применение традиционных технологий их модернизации. Кроме того, имеет место существенная зави-

симость топливной эффективности ГТУ от температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на входе. Так, с повышением на 10 °С температуры воздуха $t_{нв}$ на входе ГТУ производства ГП НПКГ "Зоря-Машпроект" удельный расход топлива $b_e$ возрастает на 7…8 г/(кВт·ч) [2].

Поэтому проекты энергосберегающей модернизации КС ГТС должны быть направлены на сокращение затрат на перекачку газа за счет уменьшения потребления топливного газа ГТУ.

Перспективным направлением ее реализации является снижение температуры воздуха $t_{нв}$ на входе ГТУ безмашинным (увлажнением воздуха до состояния насыщения с понижением его температуры до температуры мокрого термометра $t_м$ ) и машинными (с помощью теплоиспользующих холодильных машин (ТХМ), утилизирующих тепло уходящих газов ГТУ) способами охлаждения.

Чем больше снижение температуры воздуха $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ на входе ГТУ и продолжительность эксплуатации ГТУ при низкой температуре охлажденного воздуха $t_{в2}$ , тем больше эффект от охлаждения воздуха в виде сокращения потребления топливного газа. Поэтому при разработке и предварительной оценке эффективности проектов энергосберегающей модернизации КС ГТС целесообразно использовать метод, с одной стороны, базирующийся на простом и в то же время общеизвестном фундаментальном понятии (температуре), а с другой, позволяющий перейти к экономическим (денежным) показателям эффективности проекта без сложных расчетов.

Таковым является метод термоэкономического анализа на основе температурно-временного фактора – термочасового потенциала охлаждения П: $П = \Sigma(\Delta t_в \cdot \tau)$, где $\Delta t$ , °С, – текущие значения снижения температуры воздуха на входе ГТУ в ТХМ; $\tau$ , час, – соответствующие короткие промежутки времени, например, $\tau = 1$ час. Соответственно, чем больше значения термочасового потенциала охлаждения П, например, за год: $П = \Sigma(\Delta t_в \cdot \tau)_{год}$ , тем больше эффект от охлаждения воздуха в виде сокращения потребления топливного газа с учетом меняющихся в течение года климатических условий.

Глубина охлаждения воздуха $\Delta t_в = t_{нв} - t_{в2}$ и, следовательно, эффект от охлаждения зависят помимо температуры наружного воздуха $t_{нв}$ еще и от температуры $t_{в2}$ охлажденного в ТХМ воздуха, которая зависит от типа ТХМ. Так, в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах (АБХМ) возможно охлаждение воздуха до $t_{в2}$ = 12…15ºС, абсорбционных водоаммиачных (ВАХМ) либо эжекторных хладоновых (ЭХМ) холодильных машинах – до более низких $t_{в2}$ = 7…10 ºС и ниже.

Приведены текущие значения снижения температуры воздуха $\Delta t$ от текущей наружной температуры $t_{нв}$ до конечной $t_{в2}$ = 10 ºС (ВАХМ или ЭХМ), $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ) и до температуры мокрого термометра $t_м$ , т.е. часовые потенциалы охлаждения воздуха на входе ГТУ, $П = \Delta t\, \tau$, где $\tau = 1$ ч; а также суммарные (по нарастающей) потенциалы охлаждения, $П = \Sigma(\Delta t\, \tau)$, в июле 2011 г. (Южно-Бугская КС, с. Любашевка, Николаевская обл.)

Показано, что изменение температуры наружного воздуха $t_{нв}$ обусловливает соответствующее изменение снижения температуры воздуха $\Delta t$ , т.е.

текущих часовых потенциалов охлаждения $П = \Delta t\ \tau$, где $\tau = 1$ ч, и, следовательно, темпов возрастания их суммарной величины $П = \Sigma(\Delta t_в\ \tau)$ за месяц.

Суммарную экономию топлива, например, за месяц $В_т$ рассчитывают как произведение суммарного потенциала охлаждения $П = \Sigma(\Delta t_в\ \tau)$ на уменьшение удельного расхода топлива при снижении температуры воздуха на входе на 1 °С, т.е. $\Delta b_е / \Delta t_в = 0{,}7$ г/(кВт·ч·°С), и на мощность ГТУ $N_e$ : $В_т = П \cdot \Delta b_е / \Delta t_в \cdot N_e$ .

Рассчитаны текущие ежемесячные и их суммарные (по нарастающей) термочасовые потенциалы П охлаждения воздуха на входе ГТД от текущей наружной температуры $t_{нв}$ до конечной $t_{в2} = 10$ ºС (в АВАХМ или ЭХМ) и 15 ºС (в АБХМ). Месячные термочасовые потенциалы охлаждения представляют собой сумму суточных потенциалов за каждый соответствующий месяц: $П_{мес} = \Sigma(\Delta t_в\ \tau)_{сут}$ , а годовой потенциал – сумму 12-ти ежемесячных термочасовых потенциалов: $П_{год} = \Sigma П_{мес}$ .

Получены значения суммарного (по нарастающей) дохода ΣД, $, подсчитанного исходя из стоимости сэкономленного топлива 500 $ за 1000 м$^3$ за июль 2011 г. При этом капитальные затраты на ТХМ рассчитывали исходя из установленной холодильной мощности (холодопроизводительности) применяемой ТХМ при стоимости 150 $ за 1 кВт холодильной мощности (Кэ = 200 тыс. $) для ЭХМ ($t_{в2} = 10$ ºС); 300 $ за 1 кВт холодильной мощности (Кэ = 300 тыс. $) для АБХМ ($t_{в2} = 15$ ºС) и 15 $ за 1 кВт холода (Км = 20 тыс. $) для варианта увлажнения воздуха с понижением его температуры до температуры по мокрому термометру $t_м$ .

Дано графическое представление метода в виде значения разности ΣД – К (прибыли) суммарного (по нарастающей) дохода ΣД и капитальных затрат К на ТХМ. Значение времени τ в точке пересечения графика ΣД – К с осью абсцисс τ, т.е. ΣД – К = 0, соответствует сроку окупаемости капитальных затрат К на ТХМ, примененную на первом этапе модернизации – этапе окупаемости затрат на исходную (более дешевую) ТХМ и накопления финансовых средств на покрытие капитальных затрат на более дорогую ТХМ, используемую на следующем этапе, чему соответствует соотношение ΣД – К > 0.

Показано, что на 1-м этапе охлаждения воздуха до $t_м$ его увлажнением (Км = 20 тыс. $) денежных средств на АБХМ (Ка = 300 тыс. $) было накоплено за 51 мес, тогда как при использовании на 1-м этапе охлаждения воздуха в ЭХМ до $t_{в2} = 10$ ºС (Кэ = 200 тыс. $) денежных средств на АБХМ (Ка = 300 тыс. $) было накоплено за 40 мес. Соответственно сроки окупаемости проекта модернизации с АБХМ и ЭХМ составляют 51 мес. при первом варианте и 40 мес. при втором.

Впервые в управлении проектами модернизации энергетических объектов учитывается климатический фактор, определяющий всю идеологию проекта: от подхода к оценке целесообразности его реализации в конкретном климатическом регионе до методологических подходов к принципу выбора инновационных вариантов модернизации по результатам термоэкономического анализа на основе температурно-временного фактора – термочасового потенциала охлаждения.

**Литература**

1. **Виленский П.П., Лившиц В.Н., Смоляк С.А.** Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: Дело, 2001. - 832с.

*2. Николаевские газовые турбины промышленного применения. – Николаев: ГП НПКГТ "Зоря"–"Машпроект". – 2004. – 20 с.*

УДК 629.12.06 (075)

# ВІДЦЕНТРОВИЙ КОМПРЕСОР З РЕГУЛЮВАННЯМ КАНАЛЬНИМ ДИФУЗОРОМ З ПОВОРОТНИМ ДИСКОМ

Моря А.О., Трушляков Є.І., Чегринцев Ф.О.
*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Україна*

Нагнітальні та компресорні машини застосовуються у багатьох галузях економіки (енергетика; нафтова, газова, хімічна промисловість; видобувна галузь; транспорт; холодильна техніка; сільське господарство; медицина, тощо). Враховуючи те, що майже чверть електроенергії, що виробляється в державі, споживається нагнітальними машинами, стає зрозумілим, чому дослідженню та вдосконаленню нагнітальних машин надається значна увага з боку проектантів і експлуатаційників. Характерною особливістю відцентрових машин є висока економічність при роботі близько розрахункової точки. Відхилення ж від розрахункового режиму, обумовлені змінними умовами експлуатації, спричиняють суттєве зниження ККД.

Оскільки час роботи компресора на нерозрахункових режимах складає більше половини терміну експлуатації, середньоексплуатаційний ККД значно менше розрахункового, і тому його підвищенню треба приділяти увагу. В першу чергу це стосується регулювання компресора, яке передбачає узгодження газодинамічних характеристик машин і мережі, на яку машина працює (найкраще, коли вимоги мережі задовольняються при найвищому ККД [7]. Традиційні способи та засоби регулювання відцентрових компресорів розглянуто в [1, 2, 6].

Мета роботи – обґрунтування способу регулювання відцентрових компресорів і дослідження запропонованого канального дифузора.

Показано, що характер зміни режимів роботи компресора на ряд споживаючих мереж залежить від особливостей мережі й характеристики машини в цілому. Виходячи з цього зроблено висновок, що одержання характеристики машини можливе лише в результаті зміни характеристики мережі при роботі нагнітальної машини.

Найбільш часто зустрічаються такі способи регулювання відцентрових машин:

За допомогою дроселювання потоку:

а) на нагнітанні; б) на всмоктуванні.

2. Зміна частоти обертання колеса.

3. Зміна напрямку потоку на вході в робоче колесо.

4. Поворотом лопаток дифузора.

Близьким до дроселювання на всмоктуванні є спосіб регулювання за допомогою ірисової діафрагми [5]. Наведено характеристики компресора при регулюванні ірисовою діафрагмою на всмоктуванні. Ірисова діафрагма встановлюється безпосередньо перед робочим колесом на відстані порядку $0{,}002D_2$ від входу в колесо, практично не збільшуючи габаритів компресора.

На підставі наведених експериментальних даних (де F – відносна площа входу на рис.2) показано, що такий спосіб дозволяє робити досить глибоке регулювання машини у бік зменшення витрати, змінюючи при цьому характеристику компресора. Економічність регулювання за допомогою ірисової діафрагми практично однакова із вхідними регулюючими апаратами.

**Розділова діафрагма в безлопатевому дифузорі [4].**

Регулювати витрати відцентрового компресора можна за допомогою складеної рухомої розподільної діафрагми в безлопатевому дифузорі, конструкція якого запропонована авторами.

Діафрагма складається з двох симетричних частин, кожна з яких має клинову форму. Вона може вбиратися в кишені на стінках дифузора. Поблизу колеса кишені мають кільцеві краплеподібні камери, що приводять до поліпшення структури потоку за рахунок зсуву границі відриву потоку від стінок в область більших радіусів. При стикуванні діафрагми в її середнім положенні дифузор розподіляється на дві рівні частинки зі збільшенням ширини вниз по потоку.

Наведені конструктивна схема безлопатевого дифузора з розділовою рухомою діафрагмою та характеристики компресора при різних положеннях рухомої розділової діафрагми.

При роботі компресора на малих витратах обидві частини діафрагми перебувають кожна у своїй кишені. Зі збільшенням витрат для збереження високих значень ККД обидві частини діафрагми висуваються з бічних кишень у стінках дифузора. Наведені обидві характеристики роботи компресора.

При подальшому збільшенні витрат обидві частини діафрагми стикуються в середній частині меридіонального перетину, утворюючи суцільну діафрагму. Дифузор розділений на дві частини, кожна з яких утворена стінкою кишені й поверхнею діафрагми. Наведена характеристика, по якій при цьому працює компресор. Показано, що змінюючи місце діафрагми, можна забезпечити роботу за будь-якою з проміжних характеристик, що дозволяє значно розширити зону високоекономічної роботи відцентрового компресора.

Порівняння економічності способів регулювання дроселюванням на нагнітанні і на всмоктуванні показує, що за рівних умов дроселювання на всмоктуванні не гірше, а для лопаток, загнутих назад, - краще, ніж дроселювання на нагнітанні.

Більш економічним є спосіб регулювання поворотними лопатками на вході в нагнітач, який виграє у 15-20 % питомої потужності порівняно з дроселюванням.

Найбільш економічним (якщо не враховувати втрати приводу) виглядає регулювання зміненням швидкості обертання робочого колеса.

Стосовно регулювання за допомогою ірисової діафрагми, то його економічність близька до регулювання поворотними лопатками у вхідному пристрої.

Регулювання розділовою діафрагмою безлопатевого дифузора значно розширює зону високо економічної роботи компресора.

**Конструкція, склад та принцип дії канального дифузора з поворотним диском**

Подано результати аналізу можливості змінення характеристик відцентрових машин за допомогою канального дифузора, який складається із нерухомого та поворотного дисків, обладнаних перемичками, які утворюють відповідні канали. Конструкція такого дифузора захищена авторським свідоцтвом на винахід та наведена на рис.1.

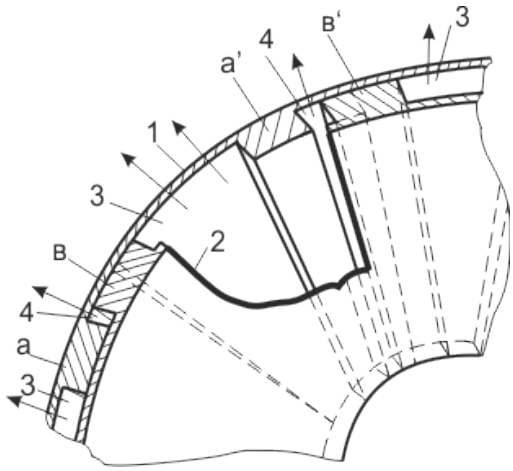



*Рис.1. Канальний дифузор з поворотним диском*

Перемички каналів дифузора утворюються двома частинами (*а* і *в*, *а*' і *в*', *а*" і *в*" і т.д.), одні з яких, наприклад *а*, *а*', *а*" … розміщені на нерухомому дискові 1, а другі *в*, *в*', *в*" ... – на рухомому дискові 2. За провертання диска 2 в напрямку годинникової стрілки між частинами *а* і *в* (*а*' і *в*' і т.д.) створюються канали 4, які збільшуються в окружному напрямку, а канали 3, відповідно, зменшуються. Таким чином, число каналів подвоюється.

З досягненням певного кута повороту $\varphi_{max}$ частини *в* (*в*', *в*") торкаються протилежних частин межуючих перемичок (обмежуючи подальше провертання), а саме: частина *в* впирається в частину *а*', *в*' в *а*" і т.д., через це кількість каналів стає рівною вихідній; водночас як і в проміжних положеннях так і в правому крайньому дифузорність каналів безперервно змінюється, відрізняючись від вихідної. Це змінення дифузорності залежить не тільки від положення частин, що рухаються *в*, *в*', *в*"…, а й від геометрії останніх, а саме від величини співвідношення кутів $\beta_1$ та $\beta_2$.

Наведена розрахункова схема дифузора.

Оскільки кількість каналів запропонованого дифузора, в залежності від режиму роботи машини, може змінюватися (удвічі), то слід враховувати це у разі вибору кількості каналів. У випадку, коли їх (каналів) мало (вихідне положення поворотного диску),- за зміни кута установки виникає різке змінення степеня дифузорності на вхідній ділянці, де швидкості потоку мають найбільші значення.

З іншого боку, надмірне збільшення кількості каналів може викликати неоптимальне співвідношення сторін поперечного перетину каналів, а саме – розмірів в площині, нормальній вісі обертання; та в осьовому напрямку. Практика доводить, що доцільним буде така кількість каналів в яких початковий перетин (на радіусі $r_1$) дифузорного каналу був би близьким до квадратного.

Проаналізовано вплив конструктивних особливостей на процеси та наслідки регулювання запропонованим канальним дифузором з поворотним диском. Визначено зони оптимальних режимів роботи запропонованого дифузора відцентрового компресора.

**Література**

1. **Лившиц С.П.** Аэродинамика центробежных компрессорных машин. М-Л. «Машиностроение», 1966. – 340 с. 2. Регулирование режима работы центробежных компрессорных установок. ЦИНТИ – Химнефтемаш, М., 1982 г. – 36 с. 3. **А.с. СССР, № 1800132.** Канальный диффузор центробежного компрессора. А.А.Моря, Ф.А.Чегринцев, В.А.Редькин, Е.И.Трушляков. – Заявлено 12.12.90. Опубл. 7.03.93. Бюл. № 9. 4. **А.с. № 881376 СССР.** Безлопаточный диффузор центробежного компрессора/ Ю.В.Захаров, А.Я.Шквар, А.А.Моря, И.П.Есин (СССР) – Опубл. 30.03.81. Бюл. № 42. 5. **А.с. № 920263 СССР.** Устройство для регулирования производительности ступени турбокомпрессора/ А.Я.Шквар, А.А.Моря, В.И.Осадчук (СССР). – Опубл. 15.04.82. Бюл. № 14. 6. **Чистяков Ф.М. и др.** Центробежные компрессорные машины. М., «Машиностроение», 1969, с.328. 7. 04.09-61.65. Системы антипомпажного и режимного регулирования компрессоров. Будовский В.Б. Хим. техн., 2004, № 5, с.27-29.

## THE PECULIARITIES OF INDOOR ATMOSPHERE QUALITY IN LIVING COMPARTMENTS OF MANNED SUBMERSIBLES

Eugeniy I. Trushliakov

Keywords: life support systems, habitability, safety, submersible

The problem of indoor air quality is discussed in many modern publications and conferences. But it is rare when the topic is “Air/Atmosphere quality and human comfort at living compartments of closed ecological systems (space, underwater and underground)”, although the problem of microclimate quality is more actual, complex and many-sided for such kind of systems. From the other

side, when it even seems to be paradoxical, in some ways it's easier, because the main thing is missing – the outdoor air!

The typical environmental comfort recommendations using for indoor air quality of buildings and offices are not mainly acceptable for man-made atmosphere at closed living compartments of manned submersibles. Moreover, the understanding of conditions for "indoor air comfort" relating to such objects is very specific because of human safety requirements and strong limitations of energy consumptions, specific volume and mass characteristics, equipment locations and using materials. The dangerous to fulfill a task of these limitations at the expense of crew comfort deterioration is very high for designers.

An improved method of Fanger (1973) is used as the basis of proposed approach for thermal comfort in closed environment of manned submersibles' compartments. Consideration of limitations for indoor environment parameters value range allows to simplify the relationships for the evaluation of thermal conditions in closed compartments of manned submersibles.

Indoor air/atmosphere quality for the crew of manned submersibles is mean human safety first of all and must be defined in terms of "freshness", usually defined by carbon dioxide level, by "purity" (acceptable levels of carbon monoxide and harmful pollutants), and by comfort conditions of microclimate, which can be quantified in terms of air temperature, relative humidity, movement and average radiate temperature. Internal sources of pollutants are crew members themselves, piping and equipment of life support systems, power equipment, devices, food, furniture, personal things, etc. Air duct linings, dirty air handling equipment, etc., contaminate during the conditioning and transport of air to living compartments or regenerating in indoor life support equipment.

The knowledge of individual human peculiarities and climatic preferences of the crew members helps to simplify the problem of a heat comfort solution. Individual heat response factor, which sets up the difference between heat response of a definite person in closed atmosphere of manned submersibles living compartments and that of an "average" one in usual environment, for whom Fanger's equations hold true, is introduced into consideration. Individual heat response factor is determined as a result of such thermal conditions which are not only safety for crew member, but are really comfort for him.

By using in heat comfort equation the value distribution of individual heat response factor as a random value, values of admissible human heat response range limits and the range of heat dissipation by human bodies, as well as the value of average result temperature, local radiant temperature asymmetry, it became possible to evaluate human heat response and to forecast thermal condition dissatisfaction and to determine the most favorable ranges of thermal conditions for different crew members in different living compartments.

In order to achieve the necessary heat response, it may be required not only to provide some specific indoor thermal conditions in compartments, but also to induce crew members to change their heat response by changing their clothes or by using other individual means – for example, local heat exchanger in compartment, heating/cooling panels or chairs.

It may also prove effective to accommodate crew members in different compartment according to the principle of equal heat response (principle of "thermal compatibility") or to accommodate them separately in different watch on duties.

The providing of needed heat response is made in two stages. On the first stage the air conditioning/life support system makes such thermal conditions that quantity of non-satisfied persons in all compartments would be minimal. On the second stage an attempt of needed heat response of every person individually is made with the help of additional equipment (local heat exchangers, thermal fans, heated chairs, seats and beds) or by changing clothes thermal resistance. The energy consumption limitation is the restraining factor of human heat comfort providing on manned submersibles.

The principles developed in the paper allow to effectively realize maintaining of the desired range of thermal conditions automatically both in all living compartments and in separate chamber served by one life support system.

## LITERATURE

Eckart, Peter, 1996, Spaceflight Life Support and Biospherics / Space Technology Library. – Kluwer Academic Publishers,.

Fanger P.O., 1973, Thermal comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering. –

McGraw-Hill Book Comp., N.Y.

Fiala D, K.J. Lomas, and M. Stohrer, 1999, Dynamic Simulation of Human Heat Transfer and Thermal Comfort: Results and Application. Proc. Indoor Air '99 International Conference on Indoor Air Quality & Climate, Edinburgh (UK), Vol. 1, pp. 596-601.

Haux, Gerhard, 1982, Subsea Manned Engineering. Ca.: Best Publishing Co.

Nuckols, M. L., Tucker, W.C. & Sarich, A.J., 1996, Life Support Systems Design. MA: Simon & Schuster.

Бурцев С.И., Иванов О.П., Ю.Н. Цветков, 1998, Тепловой и газовый комфорт с учетом индивидуальных особенностей человека / Холодильная техника, № 2 ,1998. – с.30-31.

Захаров Ю.В., 1994, Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. – С.-П.: Судостроение, 534 с.

# Секція 6.
# ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 629:681

## СИНТЕЗ АЭРОЗОЛЬНЫХ ГРАДИЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ В ДИСПЕРСНЫХ МНОГОФАЗНЫХ СРЕДАХ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Авторы:** Рыжков С.С., Шевцов А.П.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Улучшение технико-экономических и экологические показателей объектов морской инфраструктуры за счет интенсификации процессов переноса в многофазных средах является актуальной научно-технической проблемой.

Совершенствование показателей, как правило, таких объектов связано с их дальнейшим усложнением, что выражается в изменении количества процессов, их последовательностей и величины их параметров.

Большинство результатов исследований получено методом анализа, когда предмет исследования изучался как отдельные процессы.

При изучении последовательности процессов более достоверные результаты могут быть получены только методом синтеза. В этом случае последовательность процессов очистки и реализующие их устройства могут рассматриваться как сложные технические системы к которым применены методы системотехники.

Исходными данными для задачи синтеза приняты результаты предшествующих исследований методами математического моделирования и экспериментального исследования образцов сепарационного оборудования.

Задача синтез аэрозольных градиентных технологии заключалась в определении условий связи отдельных элементов в систему, при которых появлялись дополнительные положительные эффекты интенсификации процессов очистки в дисперсных многофазных средах. В этом случае под элементом системы понимались процессы и элементы конструкции, где эти процессы осуществлялись, а под связями – параметры и последовательности выполнения процессов.

Решение задачи выполнялось последовательными этапами:

- определение условий системности, когда значение общей эффективности очистки взаимозависимых последовательных способов отличалось от значения общей эффективности независимых последовательных способов;

- определение условий интенсификации системы, когда значение общей эффективности очистки взаимозависимых последовательных при постоянном количестве способов за счет изменения связей принимает большее значение;

- определение условий интенсификации системы, когда значение общей эффективности очистки взаимозависимых последовательных способов стремится к максимальному значению при переменном количестве способов и изменении связей.

Моделирование процессов первых двух этапов возможно на основе частной и общей теорем о повторении опытов и методов математической статистики.

Решение последнего этапа задачи поясняется следующим. Если возможно одно значение общей эффективности реализовать множеством комбинаций количества способов и изменении связей, то возникает естественный вопрос какая из возможных комбинаций лучшая для сложной технической системы в целом. То есть определяется научная проблема - повышение уровня качественного совершенства комплексного обеспечения определяющих показателей сложных технических систем, что для морских объектов равносильно обеспечению комплекса технико-экономических и экологических показателей аэрозольных градиентных технологии при интенсификации процессов очистки в дисперсных многофазных средах.

Решение этой проблемы комплексного совершенствования показателей объектов морской инфраструктуры при соблюдении ряда ограничивающих условий на протяжении их жизненного цикла останется актуальным и на ближайшее будущее.

Алгоритм такого решения следующий:

- корректное представление сложной технической системы в виде функционала зависящего от детерминированных и случайных функций воздействия;

- анализ процессов сложной технической системы путем косвенного корректирования определяющих факторов;

- реализация способов поиска для определения условных экстремумов функционала, который формализует сложную техническую систему, с учетом заданных ограничений на допустимые значения отдельных факторов;

- синтез процессов методом косвенного корректирования определяющих факторов.

УДК 628.165:621.44

# СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЕЛЕМЕНТОВ КГПТУ ПРИ ОБЕССОЛИВАНИИ МИНЕРАЛИЗОВАНОЙ ВОДЫ

**Авторы:** Кузнецова С.А., Шевцов А.П.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев*

Использование теплоты газопаровой смеси перед контактным конденсатором в КГПТУ для опреснения минерализованной воды может увеличить генерацию воды для нужд самой установки и объекта в целом. Для этого вводятся испарительный охладитель или опреснительный аппарат кипящего типа и устройства, обеспечивающие их работу [1, 2].

Целью настоящей работы является выбор наиболее эффективных схемных решений с учетом особенностей размещения объектов морского и наземного базирования.

Достижение поставленной цели выполнено путем разработки схемных решения расположения элементов КГПТУ, в которых происходит опреснение и генерация воды и анализ эффективности их применения с помощью технико-экономических показателей.

В качестве схемных решений рассмотрены: схемы с последовательным размещением испарительного охладителя и контактного конденсатора (КК) без и с регенерацией теплоты циркуляционной воды на выходе из КК, а также с регенерацией теплоты циркуляционной воды и ее дополнительным охлаждением перед КК; схемы последовательного расположения опреснительного аппарата кипящего типа и контактного конденсатору по ходу газопаровой смеси с регенерацией теплоты части минерализованной воды, которая испаряется, без и с генерацией теплоты циркуляционной воды на выходе из КК, а также регенерации теплоты части минерализованной воды, которая испаряется плюс вода, которая отводится из последней ступени аппарата.

В результате исследований определены относительные показатели: получения опресненной воды; расхода минерализированной воды; расхода охлаждающей воды и использования теплоты. Если одним из основных, принять показатель получения пресной воды, то наиболее эффективной является схема последовательного расположения опреснительного аппарата кипящего типа и контактного конденсатору по ходу газопаровой смеси с регенерацией теплоты части минерализованной воды, которая испаряется плюс воды, которая отводится из последней ступени аппарата – 0,02…0,0476. При использовании испарительного охладителя максимальные значения данного показателя лежат в приделах 0,017…0,0440 для схемы с регенерацией теплоты циркуляционной воды на выходе из КК с последующим ее дополнительным охлаждением.

В заключении представлены предложении по применению рассмотренных схем для морского и наземного размещения.

**Литература:**

1. **Шевцов А.П., Кузнецова С.А., Мовчан С.М., Романов В.В., Рижков С.С., Івченко І.В., Чобенко В.М.** Спосіб утилізації теплоти і маси робочого тіла в контактній газопаровій турбінній установці на морському об'єкті. Патент на винахід №93308, реєстр25.01.2011, публ.25.01.2011 бюл. №2

2. **Черри, Арсуффи** Газотурбинная установка с впрыском пара, объединенная с установкой для приготовления обессоленной воды термическим методом / Труды Американского общества инженеров-механиков, Енергетические машины и установки/ Черри (G. Cerri), Арсуффи (G. Arsuffi) - №4, 1998 стр. 116-126.

УДК (665.7032.52/54+662.767):665.633

# ОСОБЛИВОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ АДАПТАЦІЇ ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА ДО ВИКОРИСТАННЯ БЕНЗОСПИРТОВИХ СУМІШЕЙ

**Автори:** Бганцев В.М., Авраменко А.М., Кондратенко О.М.,
*ІПМаш НАНУ, Харків*

Проблема використання альтернативних палив у поршневих двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) у останні роки є вкрай актуальною у зв'язку з ситуацією, яка склалася у світі на сьогодні – зменшення запасів та підвищення ціни на викопні (мінеральні) види палива. Потенціал виробництва етилового спирту для пасажирського транспорту у всьому світі оцінюється приблизно у 32 % споживаного палива при використанні Е85 (що містить 85 % спирту) [1]. Можливість заміщення такого рівня традиційних палив звертає увагу на проблему використання відновлюваних ресурсів та супутньої шкоди для навколишнього середовища у вигляді захоплення сільськогосподарських угідь, забруднення водних джерел пестицидами, що широко використовуються при виробництві сировини для біопалива.

Однією з важливих технічних вимог, пов'язаних з використанням етилового спирту у складі бензоетанолу для ДВЗ, є підвищення його агрегатної стабільності. При зниженні температури ті збільшенні кількості води у суміші у бензоетанолі відбувається розшарування палива з утворенням двох рідких фаз значно меншої дисперсності. Схильність бензоспиртових сумішей до розшаровування залежить від фракційного складу бензину, вмісту спирту і води у композиції. Зі збільшенням концернтрації ароматичних з'єднань у бензині та збільшенням у суміші долі спирту її температура помутніння знижується [2, 3].

Сучасні системи підготовки сумішевих палив використовують зазвичай гідродинамічні, вихорові та ультразвукові кавітатори. Перспективним напрямком досліджень є розробка малогабаритних гідродинамічних

кавітаторів, що дозволяють підтримувати стабільність бензоетанолу на борту автотранспортного засобу (АТЗ) [4]. Одним з недоліків такого виду альтернативного палива є його корозійна активність [5].

Дана тематика наукових досліджень є одним з основних напрямків роботи відділу поршневих енергоустановок (ПЕУ) Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України (ІПМаш НАНУ) [6]. Лабораторію відділу ПЕУ оснащено моторним випробувальним стендом (МВС), об'єктом досліджень на якому є транспортний поршневий ДВЗ МеМЗ-307.1 (автомобільний, бензиновий, чотиритактний з рядним вертикальним розміщенням циліндрів та рідинним охолодженням) [7, 8]. У склад МВС входять: навантажувальна машина, система засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), система керування стендом, фундаментна рама, система вентиляції. Навантажувальна машина МВС являє собою балансирний динамометр постійного струму типу DS 926-4/V із вбудованим датчиком частоти обертання та ваговим пристроєм для вимірювання крутного моменту, мотор-генератором, тиристорним пристроєм збудження, шафою і пультом керування.

Бензоспиртове паливо має більш низьку нижчу теплоту згоряння у порівнянні з бензином, у зв'язку з чим було здійснено адаптацію вищезгаданого ДВЗ у для за безпечення його ефективної роботи на обох видах палива [9], що крім наведеного практичного ефекту має також безсумнівний науковий інтерес. Адаптацію проведено шляхом перепрограмування електронного блоку керування (ЕБК) та зміни характеристичних карт, за якими працює двигун у залежності від режиму – збільшено тривалість впорскування палива, кут випередження запалювання коректувався у інтерактивному режимі за допомогою відповідного програмного забезпечення. У ЕБК двигуном занесено додаткову програму, що забезпечує його ефективну роботу на бензоетанолі.

У роботі викладено результати порівняльних експериментальних стендових досліджень двигуна МеМЗ-307.1 при його роботі на бензині А95 та бензоетанолі Е85. На двох досліджуваних режимах – максимального крутного моменту ($M_{кртах}$) і номінальної потужності ($N_{еном}$) – ефективний ККД ($\eta_e$) адаптованого до бензоетанолу марки Е85 двигуна вище, аніж і неадаптованого і при роботі на бензині марки А95 на 6,6 % для режиму з $M_{кртах}$ та на 6,7 % на режимі з $N_{еном}$. Показники токсичності відпрацьованих газів (ВГ) бензоетальнольного двигуна значно поліпшено у порівнянні з бензиновим. Виключенням при цьому є емісія оксидів азоту, що на режимі з $N_{еном}$ вище при використанні бензоетанолу (двигун не має каталітичного нейтралізатора у випускній системі). Значення коефіцієнту надлишку повітря ($\alpha$) на вказаних режимах склали відповідно 0,96 і 0,97, а температура ВГ знизилась на 54 °С і 93 °С. Витрати бензоетанолу Е85 двигуном у порівнянні з витратами ним бензину А95 для цих режимів склали відповідно 35,5 % і 31,5 %, що пояснюється різницею питомої теплоти згоряння цих палив, що дорівнює 64 %.

**ВИСНОВКИ**

Отже, для досягнення найвигіднішого компромісу між потужністю, економічністю та токсичністю поршневого ДВЗ, що працює на бензоетанолі,

слід узгодити регулювання кута випередження запалювання суміші у залежності від значення α.

Також перспективним напрямком підвищення ефективності використання бензоетанолу є розробка датчика, що інтегрований до штатної паливної системи АТЗ, який оцінює склад сумішевого палива та дозволяє ЕБК двигуном самостійно обрати найбільш ефективну програму керування – для чистого бензину та бензоетанолу різного складу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Kim S.** Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues / S. Kim, B. Dale // Biomass and Bioenergy. – 2004. – V. 26. – P. 361-375.

2. Применение алифатических спиртов в качестве экологически чистых добавок в автомобильные бензины [Электронный ресурс] / С.А. Карпов, Л.Х. Кунашев, А.В. Царев, В.М. Капустин // Нефтегазовое дело. – 2006. – Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/KarpovSA/KarpovSA_2.pdf.

3. Данилов А.М. Альтернативные топлива: достоинства и недостатки. Проблемы применения / А.М. Данилов, Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин // Российский химиических журнал (Журн. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – т. XLVII, № 6. – 2003. – С. 4 – 11.

4. **Авраменко А.М.** Дослідження процесу приготування бензоетанолу з використанням лабораторного гідродинамічного кавітатора / А.М. Авраменко // Сучасні проблеми машинобудування: тези доповідей конф. молодих вчених та спеціалістів ІПМаш ім. А.М. Підгорного НАН України. – Харків, 2012. – С. 48.

5. **Бганцев В.Н.** Исследование коррозионной активности бензоэтанолов различного состава, полученных с использованием новых технологий / В.Н. Бганцев, В.Н. Киреева // Вестник ХНАДУ. – Вып. 60. – 2013. – С. 118-122.

6. Науково-технічні засади застосування у транспортних двигунах біоетанолу та біодизеля, отриманих за новітніми технологіями. Етап 2: Розрахунково-експериментальні дослідження шляхів поращення екологічних характеристик дизеля, що працює на сумішевому біодизельному паливі. Звіт про НДР [Текст] / ІПМаш НАНУ; кер. А.М. Лєвтєров. – № ДР 0113U003754. – Харків, 2014. – 104 с.

7. **Левтеров А.М.** Расчетно-экспериментальные исследования характеристик автомобильного двигателя на бензоэтанольных смесях / А.М. Левтеров, Л.И. Левтерова, Н.Ю. Гладкова, В.П. Мараховский, А.М. Авраменко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ": зб. наук. праць. – Харків: НТУ "ХПІ, 2012. – Вип. 27. – С. 107-113.

8. **Мараховський В.П.** Показники роботи автомобільного двигуна на бензоетанолі різного складу / В.П. Мараховський А.М. Авраменко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. ХНАДУ, 2013. – Вып. 32. – С. 29-35.

9. **Бганцев В.Н.** Основные направления адаптации транспортных двигателей к бензоспиртовым топливам/ В.Н. Бганцев//Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2014. – Вып. 35. – С. 110-113.

УДК 621.43.068.4

# ФАКТОРИ НЕБЕЗПЕКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА МОТОРНОМУ ВИПРОБУВАЛЬНОМУ СТЕНДІ. ТРАНСМІСІЯ СТЕНДУ

**Автори:** Кондратенко О.М., *ІПМаш НАНУ, Харків*
Вамболь С.О., Бурменко О.А., *НУЦЗУ, Харків*

Науково-дослідні роботи, направлені на виявлення, аналіз та максимальне зниження чи повне виключення факторів небезпеки дослідницьких установок і стендів, лабораторних приміщень та їх обладнання, засобів вимірювальної техніки і експериментальних зразків, є обґрунтованими і актуальними, оскільки безпека і здоров'я дослідника є значно вищою цінністю, аніж нові наукові знання.

У відділі поршневих енергоустановок (ПЕУ) Інституту проблем машинобудування (ІПМаш) НАН України розроблено фільтр твердих частинок (ФТЧ) дизеля, робочі характеристики якого у реальних умовах експлуатації експериментально досліджувались на моторному випробувальному стенді (МВС), що складається з [1]:

– автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 (Д21А1) [2];

– навантажувальної машини постійного струму (мотор-генератор) фірми VSETIN з динамометром та реостатною шафою керування;

– модернізованої випускної системи, до складу якої входять: системи відбору проб відпрацьованих газів (ВГ) на токсичність і димність, прилади і датчики для вимірювання газодинамічних показників потоку ВГ, а також місце встановлення експериментальних зразків фільтра твердих частинок (ФТЧ) дизеля;

– системи засобів вимірювальної техніки (ЗВТ);

– трансмісії стенду;

– фундаментної рами.

Поперековий розріз дизеля 2Ч10,5/12, креслення і розрахункову схему його маховика подано на рис. 1.

Усі перелічені складові МВС є потенційно небезпечними об'єктами, що характеризуються факторами екологічної, виробничої, пожежної і вибухової небезпеки, що проаналізовано у попередніх дослідженнях співробітниками кафедри прикладної механіки факультету техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільного захисту України (НУЦЗУ) та членами Науково-технічного товариства курсантів та студентів НУЦЗУ [3 – 5].

У даному дослідженні виявлено і проаналізовано фактори, джерелом яких є трансмісія стенду. Вона сполучає маховик дизеля і вхідний фланець валу мотор-генератора, містить накопичувачі механічної енергії (маховик і вал мотор-генератора), деталі карданних шарнірів та дрібні деталі їх кріплення, що рухаються з великими радіальними швидкостями та розміщені на великих радіусах.

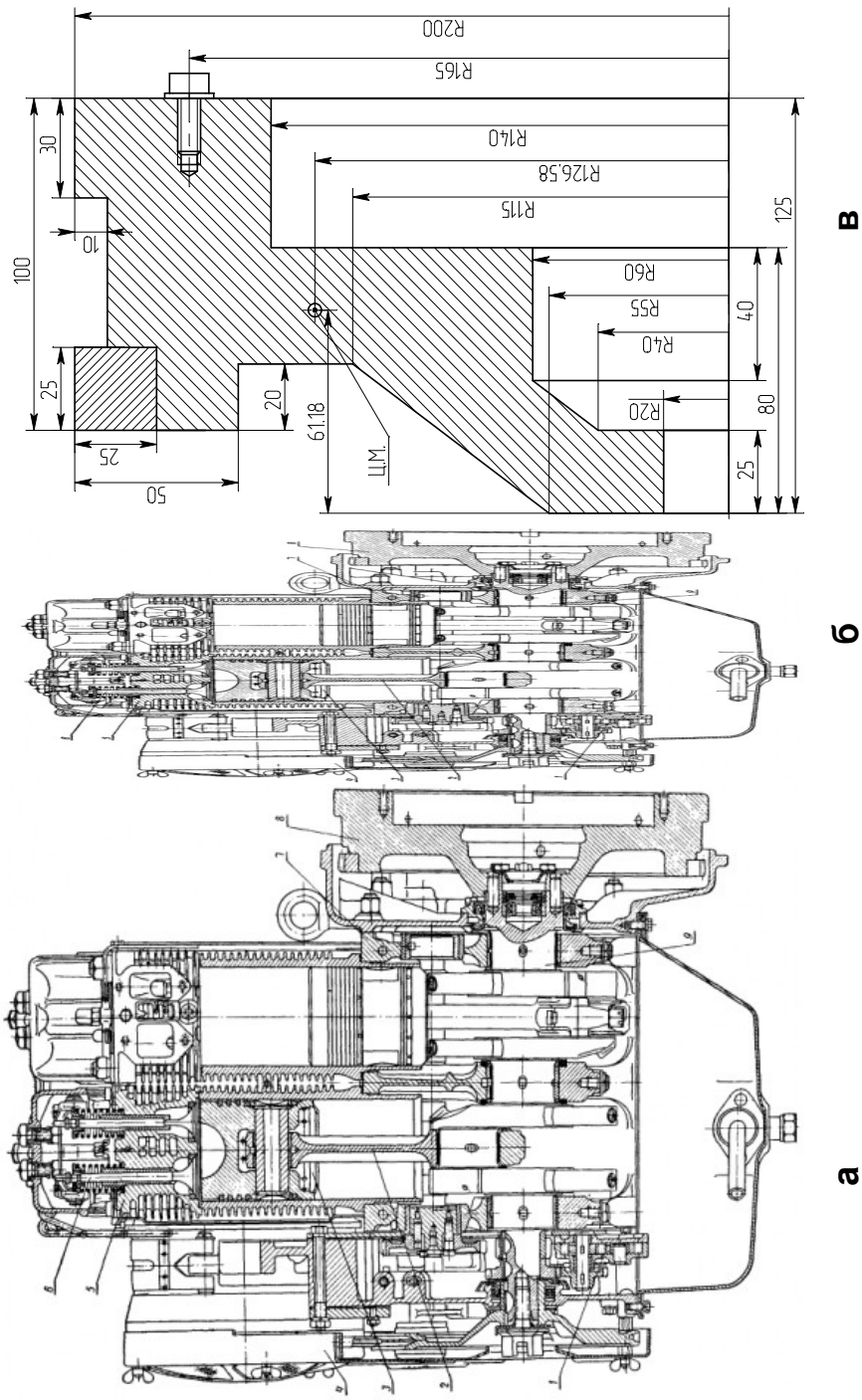



**Рис. 1.** Дизель 2Ч10,5/12 (Д21А1) (*а*), його маховик (*б*) і розрахункова схема маховика (*в*)

Середня швидкість поршня дизеля Д21А1 складає 7,2 м/с.

Момент інерції маховика складає 0,95494 кг·м2, його механічна енергія 16,965 кДж (для порівняння – дульна енергія пострілу автомату АК-74 патроном 7,62х39 мм становить до 2,0 кДж), маса 59,6 кг, найбільший радіус 0,200 м.

Лінійна швидкість руху зубців вінцю маховика на режимі з максимальною частотою обертання колінчастого валу дизеля 1800 хв-1 складає 37,7 м/с , а їх доцентрове прискорення – 7106,5 м/с2, що при масі одного зубця 15 г надає відламаному зубцю кінетичної енергії 10,7 Дж і силу інерції 106,6 Н.

Лінійна швидкість руху деталей кріплення (гайок, бовтів, шайб, гроверів) у трансмісії МВС складає 30,2 м/с, а їх доцентрове прискорення 5862,8 м/с2, що при масах, співставних з масою зубця дає значення кінетичної енергії 6,8 Дж і сили інерції 87,9 Н.

**ВИСНОВКИ**

Відрив дрібних деталей кріплення або зубців маховика через злам чи розкручування може спричинити механічне ураження персоналу лабораторії, для зниження ризику якого застосовано захисний кожух трансмісії.

Відрив маховика дизеля чи фланців з'єднувальних муфт може спричинити руйнування як кожуху, так і стіни приміщення лабораторії і взагалі будь-чого на своєму шляху, а людину смертельно травмує.

Додатковим фактором ризику є невизначеність напрямку можливого рикошету відламаних зубців вінцю, деталей кріплення чи всього маховика від його картера і кожуха трансмісії стенду.

Для виключення такого травмування слід уникати розміщення дослідників у площинах обертання маховика і фланців [6].

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. **Вамболь С.О.** Стендові випробування автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 за стандартизованими циклами для визначення ефективності роботи ФТЧ / С.О. Вамболь, О.П. Строков, О.М. Кондратенко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 10 (1053). – С. 11 – 18.

2. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / В.В. Эфрос [и др.]. – М.: Машиностроение, 1976. – 277 с.

3. **Кондратенко О.М.** Фактори небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. Дизель 2Ч10,5/12 / О.М. Кондратенко, Д.О. Плужніченко, К.Ю. Мусієнко // Сучасні проблеми машинобудування. Тези доповідей конференції молодих вчених та спеціалістів (17 – 20 листопада 2014 р.). – Харків: ІПМаш НАНУ, 2014. – С. 36.

4. **Кондратенко О.М.** Фактори небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. Навантажувальний пристрій / О.М. Кондратенко, О.В. Єжелий, К.В. Семянніков // Сучасні проблеми машинобудування. Тези доповідей конференції молодих вчених та спеціалістів (17 – 20 листопада 2014 р.). – Харків: ІПМаш НАНУ, 2014. – С. 34.

5. Кондратенко О.М. Фактори небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. ФТЧ ІПМаш / О.М. Кондратенко,

Ю.В. Маложон, О.І. Філіпов // Сучасні проблеми машинобудування. Тези доповідей конференції молодих вчених та спеціалістів (17 – 20 листопада 2014 р.). – Харків: ІПМаш НАНУ, 2014. – С. 35.

6. Грибан В.Г. Охорона праці: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / В.Г. Грибан, О.В. Негодченко – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.

УДК 66.074

# К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНОГО АППАРАТА ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ СЕРОВОДОРОДА

**Авторы:** Пацурковский П.А., Лейбович Л.И.,
*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова*

Массообменное оборудование нашло широкое применение в различных промышленных процессах. Однако, до настоящего времени остается актуальной задача интенсификации массообменных процессов за счет оптимизации конструктивных элементов контактных аппаратов. Исходя из разнообразия конструкций массообменных аппаратов, целесообразно проанализировать влияние параметров данного оборудования на эффективность процесса очистки воздуха.

Основным уравнением, описывающим процесс массообмена, является уравнение массоотдачи. Если перенос вещества осуществляется из фазы *Y* в фазу *X*, то данное уравнение имеет вид:

$$M = \beta_y \cdot F \cdot (y - y_{гр}),$$

$$M = \beta_x \cdot F \cdot (x_{гр} - x),$$

где $\beta_y$ и $\beta_x$ – коэффициенты массоотдачи для отдающей и принимающей фаз;
*F* – площадь поверхности контакта фаз, *y*, *x* – средняя концентрация в ядре каждой из фаз, уср, хср – средние концентрации у границы раздела фаз.

Анализ уравнения массоотдачи указывает, что параметрами определяющими эффективность очистки являются поверхность контакта фаз и коэффициент массоотдачи. В работе [1] авторами рассматривались модели массообмена и соответствующие им формулы расчета коэффициента массоотдачи. По результатам исследований в работе [2] для капель жидкости размером не менее 100 мкм со скоростью скольжения до 14 м/с установлено, что расчет коэффициента массоотдачи целесообразно производить согласно модели Хигби. Данные работы [2] хорошо согласуются с данными в работе [6], где отмечено, что в каплях объемно-поверхностного диаметра менее 1 мм происходит затухание конвективных токов.

Анализ литературы [3,4] показал, что массообмен в роторных аппаратах протекает преимущественно в две стадии: при полете капель в свободном объеме аппарата и при ударе. Также в [3] отмечено, что коэффициенты мас-

соотдачи при полете капель в десятки раз выше по сравнению с аналогичными коэффициентами при массообмене на свободной поверхности пленки жидкости.

Кроме того данные работы [4], показывают, что с увеличением скорости движения газа (более 3…3,5 м/с) в массообменном аппарате значительно возрастает брызгоунос (рис.1). В связи с этим рекомендуется использовать сепарирующие насадки. В частности, в работе [5] для сепарации капельной влаги после массообменного аппарата используется сепарационный бак, наполненный насадкой из седел типа Инталокс.

Важным параметром, определяющим эффективность распыла жидкости и поверхность контакта фаз, является скорость вращения потока газа или устройства, разбрызгивающего жидкость, в массообменном аппарате. Исходя из этих соображений авторы работы [6] рекомендуют необходимую частоту вращения роторного распылителя не менее 1500 об/мин. Кроме того, целесообразно оптимизировать конструктивное исполнение каплеобразующих элементов, так как согласно [7] с уменьшением диаметра отверстия для распыла жидкости с 2,5 мм до 1,4 мм эффективность процессов массообмена в роторных распылителях возрастает на 20…25 %.

Проанализировав литературные данные [1-7] для интенсификации процессов массообмена рекомендуется в массообменных аппаратах получать как можно меньший диаметр капель при максимально возможной скорости «скольжения» капель покидающих поверхность каплеобразующего элемента. Для достижения приведенных выше рекомендаций следует:

– частоту вращения рабочего колеса принимать не менее 1500 об/мин;

– обеспечить многократное взаимодействие капель жидкости с поверхность рабочего колеса (использование загнутых лопаток, наличие отверстий и зазоров в лопатках с целью разрушения пленочного течения на их поверхности);

– использования для распыла жидкости отверстий меньшего диаметра.

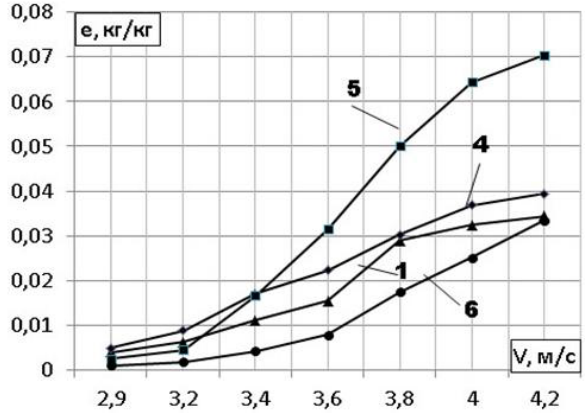



**Рис. 1.** Зависимость относительного брызгоуноса от скорости газа

**Литература**

1. **Лейбович, Л. И.** К вопросу определения модели расчета процессов массообмена в оборудовании очистки воздуха [Текст] / Л.И. Лейбович, П.А. Пацурковский // Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів, науковців та фахівців. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 252-254.

2. **Лейбович, Л.И.** Математическое моделирование процесса обтекания сферичной частицы абсорбента потоком газа. [Текст] / Л.И Лейбович, П.А. Пацурковский // Сборнике научных трудов НУК. – 2014. – № 5.

3. **Авруцкий, М.М.** Исследование стадий массоотдачи в роторном тарельчатом аппарате: дис…. канд. техн. наук / Авруцкий Михаил Михайлович – Москва, 1972. – 120

4. **Сорокопуд А.Ф.** Исследование брызгоуноса в роторном распылительном пылеуловителе / А.Ф. Сорокопуд, К.Б. Плотников, Д.В. Резик, Д.Б. Иванова // Ползуновский вестник. – 2013. - №3. – С. 303-308.

5. **Лейбович, Л.И.** Окисление сероводорода во влажном воздухе [Текст] / Л.И. Лейбович, П.А. Пацурковский // Вестник ХНАДУ. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2014.

6. **Сорокопуд А.Ф.,** Исследование работы нового контактного элемента роторного распылительного аппарата [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, Д.С. Стрижков, В.С. Козымаев // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4.

7. **Плотников К.Б.** Исследование коэффициента массоотдачи в газовой фазе в роторном распылительном пылеуловителе [Текст] / Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств» – 2014. – № 1.

# ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СРЕД ГАЗОЖИДКОСТНОГО ПОТОКА В ТРУБЧАТОСЕТЧАТОЙ НАСАДКЕ ПРИ ФОРСИРОВАНИИ СКОРОСТИ ГАЗА

**Автор:** Борцов А.С.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Для исследования поведения газопаровой среды в насадке контактного конденсатора был собран экспериментальный стенд с теплообменником и конденсатосборником (рис.) характеристики элементов которого пропорционально аналогичны элементам реальной конструкции [1].

**Цель работы:** планирование эксперимента процессов взаимодействие сред газожидкостного потока в трубачатосетчатой насадке при форсировании скорости газа.

**Объект исследования:** трубачатосетчатая насадка 7, конденсатосборник 8, форсунка 9.

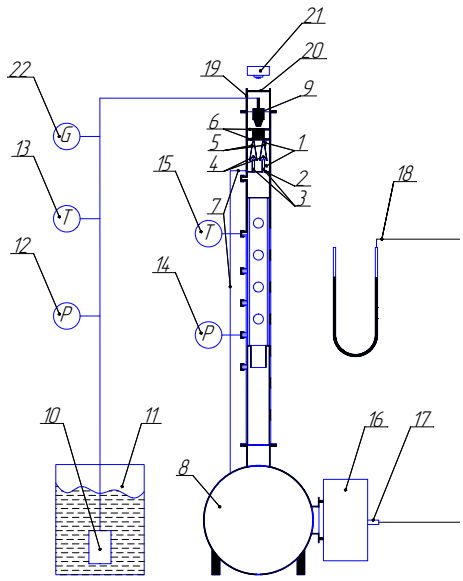



**Рис. 1.** Схема стенда с исследуемым элементом и контрольно-измерительными приборами: 1 – канал, 2 – основание, 3- канал выхода воздуха, 4 – конденсирующие элементы, 5 – конструктивные элементы, 6 – переходник насадки, 7 – трубачатосетчатая насадка, 8 – конденсатосборник, 9 – форсунка, 10 – водяной насос, 11 – емкость с водой, 12, 14 – образцовый манометр, 13, 15 – лабораторный термометр, 16 – вентилятор, 17 – ротаметр, 18 – трубка отбора давления, 19 – труба, 20 – фильтр.

Экспериментальные исследования процессов конденсации газопаровой смеси в исследуемых устройствах были выполнены с применением теории планирования эксперимента. Данный подход дает возможность получить максимальное количество информации о ходе процессов в выбранных диапазонах изменения его параметров. В качестве функции отклика $Y_i$ выбраны: расход сконденсировавшейся жидкости $G_к$, сопротивление $\Delta P_с$. Основными факторами $x_i$, определяющими значение откликов, является расход воздуха $G_в$, расход охлаждающей жидкости $G_w$. Влияние остальных факторов $t_{окр.ср}$ были стабильны.

Искомые закономерности выражались регрессионными зависимостями вида .

При этом факторы представлялись в стандартизованном масштабе:

$$X_i = \frac{X_i - X_i^0}{\Delta X_i} \cdot C,$$

где $C$ – константа для перехода в область планирования.

Процесс нормирования факторов выполнялся следующим образом:

а) базовый уровень (центр области планирования)

$$X_i^0 = \frac{X_i^{max} + X_i^{min}}{2},$$

б) интервал варьирования факторов

$$\Delta X_i = \frac{X_i^{max} + X_i^{min}}{2}$$

Области изменения факторов были выбраны с учетом технических возможностей стенда и технических требований эксперимента. В связи с нелинейностью функций отклика было применено планирование второго порядка и использован симметричный план Бокса-Бенкена с областью планирования гипершар ($C$=0,707). Этот план предусматривает всего три уровня варьирования при небольшом количестве опытов.

**Вывод:** данный подход планирование эксперимента дал возможность получить достоверные результаты при небольшом количестве опытов.

# Секція 7.
# БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

УДК 629.5:658.5:004.896

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ БЕЗОПАСНОСТИ СУДНА

**Авторы:** Жуков Ю. Д., Еременко А. П.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Интенсивный рост судоходства в настоящее время сопровождается повышением аварийности судов. Как показывает анализ аварий, их значительная доля вызвана человеческим фактором, а именно: пренебрежением судоводителем правилами безопасной эксплуатации судна и, в конечном итоге, выбором опасного режима штормования. Среди фатальных аварий значительную часть составляют опрокидывание судна, нарушение состояния груза при крене на большие углы с последующим опрокидыванием, разрушение корпуса в процессе штормования и т.п.

В процессе штормования основной задачей судоводителя является выбор режима плавания, т. е. определение вектора (q, V), где q – курса относительно угла бега волн, V – скорость хода судна. При этом целесообразно использовать параметры безопасности и экономической эффективности как тривиальное ограничение и целевую функцию, соответственно. Решение поставленной задачи необходимо осуществлять в режиме реального времени, что как показывает практика, делает невозможным принятие оптимального решения судоводителем без применения средств информационной поддержки. Следует отметить, что существующие образцы таких средств не нашли широкого применения вследствие значительной стоимости, поэтому актуальной является решаемая в работе задача повышения эффективности и конкурентоспособности интеллектуальных систем информационной поддержки судоводителя по выбору режима штормования (РШ).

При разработке систем информационной поддержки важным вопросом является выбор программной архитектуры. Представляется целесообразным применение концепции холонической мультиагентной архитектуры (ХМАА). Такие системы (МАС) состоят из программно-аппаратных сущностей – интеллектуальных агентов, выполняющих определенную операцию или этап информационной поддержки [1-3].

Каждый агент имеет следующие свойства: независимость от существования других агентов, способность взаимодействовать с другими агентами, способность реагировать на состояние окружающей его среды, способность действовать для достижения некоторой цели. В целом, концепция интеллектуального агента основывается на архитектуре BDI – знания, желания, намерения [3].

Важнейшей составляющей процесса функционирования мультиагентных систем информационной поддержки является взаимодействие между агентами, целями которого являются: восприятие внешнего мира (динамики судна и параметров ветро-волновых воздействий), построение цифровой модели «судна-близнеца», изменение структуры МАС и формирование информационного окружения по результатам восприятия (очувствления системы). Реализация указанных целей обеспечивает самообучение системы и ее совершенствование. Взаимодействие между агентами производится путем передачи сообщений через общую коммуникационную среду. Агенты, выполняющие сходные задачи, объединяются в агентства, причем обмен данными между членами агентства более интенсивный, чем с другими агентами

Учитывая этапы процесса поддержки принятия решений целесообразно использовать следующие агентства: агентство измерений параметров движения судна; агентство оптимального оценивания измерительной информации; агентство идентификации модели судна (виртуального «близнеца»); агентство идентификации параметров волнения; агентство критериев безопасности; агентство построения диаграммы безопасного штормования; агентство выработки указаний судоводителю.

Ключевым условием обеспечения интеллектуализации процесса информационной поддержки является применение концепции ХМАА, при котором объединение агентов в единое целое (холон) приводит к появлению агента, повторяющего структуру его компонентов и использующего объединение их информационных сред.

**Выводы:**

В работе представлен принцип построения интеллектуальных систем информационной поддержки безопасности штормования на основе холонических мультиагентных систем, реализация которого позволит создать эффективные самообучающиеся интеллектуальные системы, способные предоставлять судоводителю рекомендацию по выбору оптимального РШ в реальном масштабе времени. Также обозначены направления дальнейших исследований по вопросам построения интеллектуальных систем информационной поддержки судоводителя, как лица принимающего оперативные решения (ЛПОР) в том числе в критических ситуациях.

**Список литературы**

1. **Жеребецкий А. В., Жуков Ю. Д.** Холонические агенты в модели инжиниринговых процессов / А. В. Жеребецкий, Ю. Д. Жуков // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 44-47.

2. **Zhukov Y.D., Zhukova E.Y., Zherebetsky A.V.** Agent-Based Ship Engineering Management Systems / Y.D. Zhukov, E.Y. Zhukova, A.V. Zherebetsky // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 40-41.

3. **Gerber C., Siekman J., Vierke G.** Holonic Multi-Agent Systems. Research Report R-99-03. – 1999. – Режим доступа http://scidok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2011/3775/pdf/ RR_99_03.pdf

УДК 629.5.035.5

# КОМПЛЕКС CAD CAE CAM СИСТЕМ ДЛЯ ОСЕВЫХ ЛОПАСТНЫХ МАШИН

**Автор:** *Король Ю.М.,*
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Лопасти осевых машин представляют собой тела крыловидной формы с довольно сложной и переменной вдоль радиуса геометрией. Совершенно очевидно, что эффективность таких машин целиком и полностью зависит от гидроаэродинамических характеристик лопастей, которые в свою очередь являются функциями геометрических параметров и режимов работы.

Обычной практикой считается использование при проектировании машин материалов систематических серийных испытаний, представленных в виде диаграмм. Так, например, при проектировании гребных винтов получили широкое распространение диаграммы зависимостей коэффициентов упора $K_T(J,P/D)$ и момента $K_Q(J,P/D)$ от относительной поступи $J$, характеризующей режим работы, и геометрического параметра – шагового отношения $P/D$. Эти диаграммы построены при фиксированных геометрических параметрах. Такими параметрами являются число лопастей, дисковое отношение, форма контура лопасти, закон распределения максимальной толщины профиля лопасти по радиусу и законы профилирования сечений лопасти. Совершенно очевидно, что в результате проектирования по диаграммам мы получим гарантированный результат для гребных винтов с серийной геометрией при их работе в невозмущенном потоке. Если выполнить такое проектирование для винтов разных серий, то можно выбрать наиболее эффективный вариант для заданных исходных данных, но утверждать, что мы получили оптимальное решение нельзя, так как оптимизационная задача не ставилась и не решалась. Еще более сложной задачей является оптимизация геометрии гребных винтов при их работе за корпусом судна в неоднородном и нестационарном потоке. Очевидно, что сложность задач оптимизации формы гребных винтов не может являться препятствием в их решении, а требует лишь концентрации усилий специалистов этого направления.

В настоящей работе предпринята попытка создания элементов и формирования на их основе комплекса CAD, CAE и CAM систем для осевых лопастных машин.

Прежде всего, для решения задач анализа необходима 3D модель осевой машины, а для ее создания – мультипараметрический 3D генератор точек поверхности лопастей. Рассмотрим на примере гребных винтов принципы построения такого 3D генератора.

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; $\nu_p$ – угол откидки лопасти; $z_p$ – количество лопастей; $d_r$ – направление вращения. Не останавливаясь на детальных определениях этих общеизвестных величин, отметим, что чаще всего используются безразмерные относительные параметры, а именно: $\frac{P}{D}$ – шаговое отношение; $\frac{D_H}{D}$ – относительный диаметр ступицы; $\frac{t_0}{D}$ – относительная толщина лопасти на оси и $\vartheta = \frac{4 z_p A_E}{\pi D^2}$ – 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: $\overline{c}_b(\overline{r})$ – закон изменения безразмерной длины хорды профиля вдоль радиуса; $\overline{s}_m(\overline{r})$ – закон изменения безразмерной ординаты средней линии лопасти вдоль радиуса; $\overline{P}_d(\overline{r})$ – закон изменения шагового отношения вдоль радиуса лопасти, а $s_m(r) = c_{bm}\overline{s}_m(\overline{r})$, $c_b(r) = c_{bm}\overline{c}_b(\overline{r})$, $\frac{P}{D}(r) = \frac{P_c}{D}\overline{P}_d(\overline{r})$, $\overline{r} = \frac{2r}{D}$, $r$ – 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: $\overline{y}_{cm}(\overline{r})$, $\overline{x}_{cm}(\overline{r})$, $\overline{t}_m(\overline{r})$, $\overline{x}_{tm}(\overline{r})$ и/или другие, характерные для профилей NACA, ЦАГИ, Gö и пр. Столь большое количество параметров исключает эффективное построение 3D моделей гребных винтов в “ручном” режиме и явилось причиной разработки мультипараметрического 3D генератора гребных винтов GSP3D для CAD системы SolidWorks.

Программа GSP3D состоит из трех модулей: woddata, ggeom и fsw.

Модуль woddata осуществляет ввод общих проектных параметров, а именно – диаметр гребного винта, шаговое и дисковое отношения, относи-

тельную толщину лопасти на оси, относительный диаметр ступицы, угол откидки лопасти, число лопастей, направление вращения, тип контура лопасти и номер профиля. Кроме перечисленных, этот модуль осуществляет ввод параметров определяющие форму контура лопасти и характеристики винтовой поверхности в виде коэффициентов аппроксимации зависимостей $\overline{c}_b(\overline{r})$, $\overline{s}_m(\overline{r})$, $\overline{P}_d(\overline{r})$, $\overline{t}_m(\overline{r})$ и зависимостей, характерных для представленных в программе 13 типов профилей. Например, для профиля №1 (NACA4D) это коэффициенты аппроксимации зависимостей $\overline{y}_{cm}(\overline{r})$, $\overline{x}_{cm}(\overline{r})$.

Модуль ggeom генерирует массивы с координатами точек сечений лопастей на 25 фиксированных радиусах, входящей и выходящей кромок, а также с данными для построения проекции спрямленной лопасти.

Модуль fsw преобразует массивы модуля ggeom в формат кривых SolidWorks и осуществляет их запись на диск в виде файлов с расширением *sldcrv.

Построение 3D модели осуществляется в CAD SolidWorks импортированием кривых, сформированных модулем fsw в виде проекции спрямленной лопасти, изображенной на рис.1 и пространственных сечений и контура лопасти, изображенных на рис.2. Далее при помощи инструмента «Бобышка/основание на границе» строится твердотельная модель лопасти, показанная на рис.3, которая затем инструментом «Круговой массив» преобразуется в совокупность заданного количества лопастей (см. рис.4). После этого в плоскости, проходящей через ось вращения, создается эскиз продольного разреза ступицы, вращением которого получаем ступицу и оформляем скругления в местах притыкания лопастей к ступице. Окончательный вид 3D модели показан на рис.5.

Инженерный анализ гидродинамических характеристик изолированных гребных винтов и винтов в составе движительно-рулевого комплекса выполняется в CFD пакете FlowVision. Для этого необходимо создать модель области течения (см. для изолированного гребного винта – рис.6, а для винта за корпусом – рис.7) и сохранить полученные 3D модели бокса, гребного винта и корпуса судна в формате *stl. Затем используя инструмент «фильтр подвижного тела» пакета FlowVision

поместить в расчетную область гребной винт, корпус судна, руль (движительно-рулевой комплекс – ДРК). Далее средствами этого пакета в препроцессоре строится математическая модель (уравнения Рейнольдса, сплошности и выбранная модель турбулентности), задаються начальные и граничные условия, строится расчетная сетка, выбирается шаг по времени и другие параметры. В постпроцессоре осуществляется визуализация течения и сохранение результатов силового взаимодействия элементов лопастных машин с потоком жидкости.

Как правило, работа лопастных машин в зависимости от режима работы сопровождается образованием сложных микро и макро вихревых структур, отрывными и кавитационными явлениями в окружающей среде. В связи с этим выполнение численного моделирования в CFD пакетах требует не только высокой квалификации пользователей, но и выполнения обширных

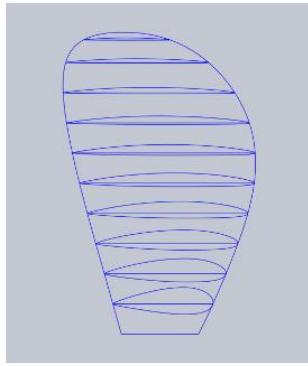


**Рис. 1.** Проекция спрямленная лопасть

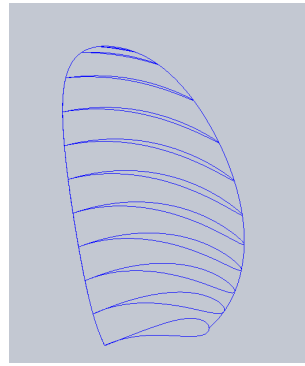


**Рис. 2.** Пространственные сечения и контур лопасти

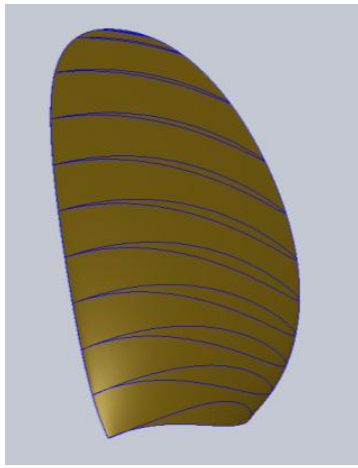


**Рис. 3. 3D модель лопасти**

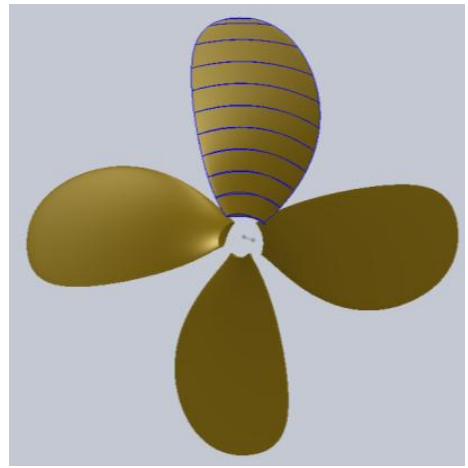


**Рис. 4. 3D модель лопастей**

и трудоемких научных исследований в области параметрического анализа, верификации и последовательности выполнения расчетов. Совокупность подобного рода исследований называют разработкой технологии CFD моделирования. В разработке технологии численного моделирования гребных винтов кроме автора принимали участие преподаватели НУК Корнелюк О.Н., Бражко А.С. и магистрант Урсолов А.И. Эта технология используется для совершенствования формы гребных винтов, работающих в однородном набегающем протоке, при помощи модернизации лопастных характеристик методами параметрического анализа. Кроме того этот же метод используется для адаптивного проектирования гребных винтов работающих за корпусом судов и в составе ДРК. На рис.8, в качестве примера, приведены результаты визуализации поля давлений в районе одиночного винта (а) и винта за препропеллером (б).

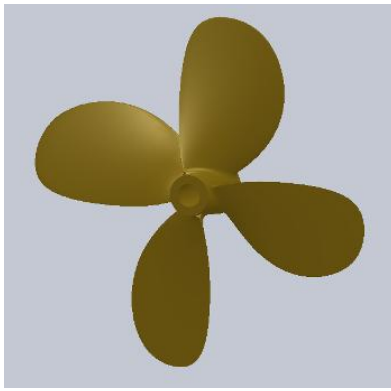


**Рис. 5.** 3D модель гребного винта

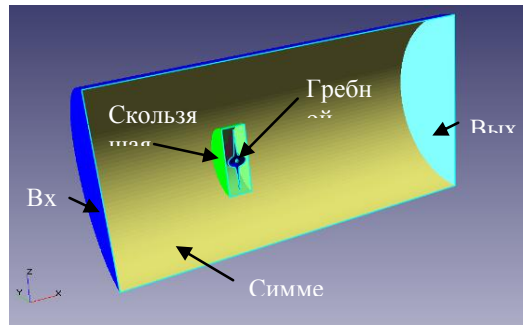



**Рис.6.** 3D модель области течения

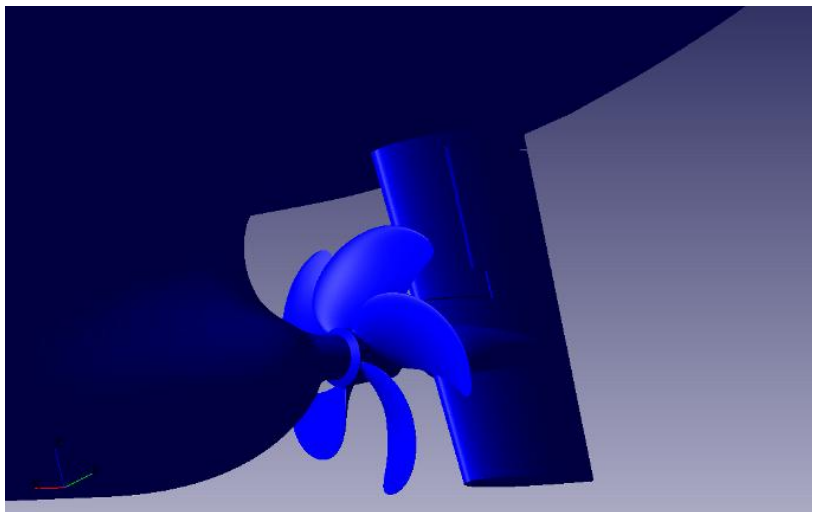


**Рис. 7.** 3D модель области течения для ДРК

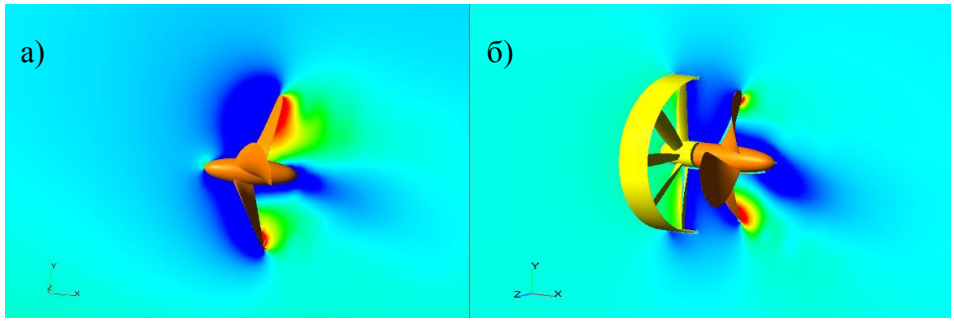



**Рис. 8.** Поле давлений в районе одиночного винта (а) и винта за препропеллером (б)

Целью совершенствования одиночных винтов чаще всего является увеличение коэффициента полезного действия на расчетном режиме, а за корпусом судна, кроме этого, еще и уменьшение уровня вибрации, возникающей за счет неоднородности набегающего на винт потока.

По достижении желаемого результата возникает необходимость в изготовлении спроектированного гребного винта. Обычно изготовление – весьма трудоемкий процесс, состоящий из следующих операций:

изготовление модели для отливки;

отливка;

механическая обработка поверхности;

статическая и динамическая балансировки.

Наличие 3D модели позволяет снизить трудоемкость и существенно повысить качество за счет использования 5-и координатных станков с ЧПУ, которые, например, могут эффективно управляются модулем SolidCAM HF5.

В заключение отметим, что комплекс CAD программ для проектирования лопастных машин пополнился оригинальным автономным модулем GSP3D, позволяющим создавать 3D модели лопастей с произвольной конфигурацией и профилированием. Таким образом появилась возможность создания новых более эффективных серий лопастных машин, а также оптимизации работы этих машин в условиях эксплуатации при помощи CFD моделирования.

УДК 629.5.024.715

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТА ГРЕБНОГО ВИНТА В СВОБОДНОЙ ВОДЕ В CFD-ПАКЕТЕ FLOW VISION ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОСТАНОВКИ ПРОЕКТА

**Автор:** Корнелюк О.Н.,
*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

Детальное проектирование гребных винтов осуществляется в научно-технических организациях, имеющих экспериментальную базу для проведения модельных испытаний гребного винта. Основным требованием к моделям гребных винтов является точность соответствия изготовленного профиля лопастей спроектированному, которая, в свою очередь, определяет достоверность информации, получаемой при их испытании. Это выступает очень трудоёмким процессом. Изготовление моделей гребных винтов достаточно дорогое. А ещё если необходимо внести изменения в форму лопастей с учётом полученных результатов испытаний, то затраты возрастают.

Последние годы характеризуются эффективным внедрением методов вычислительной гидродинамики (CFD-пакетов) в область судостроения. Использование 3D-модели позволяет сэкономить средства, затрачиваемые на проектирование гребного винта, поскольку позволяет в дуэте с CFD -пакетом сократить или свести на нет количество проводимых модельных экспериментов.

Однако сам факт внедрения CFD-пакета на предприятии – это только первый шаг на пути к получению многочисленных достоверных результатов расчётов. Речь идёт о грамотной постановке проекта для решения конкретной задачи на основе рекомендаций разработчика CFD-пакета, а также проведения ряда научно-исследовательских работ.

В среде CFD-пакета Flow Vision были проведены многочисленные исследования работы гребного винта в свободной воде при различных способах постановки проекта с целью проанализировать полученные результаты и сделать выводы о том, какой способ наиболее приемлем для расчёта гребных винтов в свободной воде.

При первых проведённых численных экспериментах с трёхлопастным винтом серии В стало очевидно то, что задача требует дополнительных исследований ввиду влияния параметров расчёта на получаемые результаты.

Первый вопрос, который решается в рамках исследований – это выявление параметров, задаваемых в проекте, на результаты расчёта. Речь идёт о влиянии таких параметров как: размеры расчётной области, размерность сетки, выбор модели турбулентности, граничных условий и схемы расчёта – на результаты расчёта.

Второй вопрос, который решается в рамках исследований – это рациональный выбор способа постановки проекта. Во Flow Vision для расчёта гребного винта известны следующие способы расчёта: расчёт сектора поверхности лопастей гребного винта, расчёт путём задания вращения подобласти (обратная задача), расчёт путём задания начальных гидродинамических характеристик, расчёт с использованием скользящей сетки.

Проведённые исследования говорят о том, что для эксплуатации CFD-пакета не достаточно проектировщику обладать лишь только профессиональными навычками. Для решения в будущем достаточно однотипных задач гидродинамики судна объективно разработать предварительно методику задания оптимальных параметров в проекте, а также способ его постановки.

Таким образом, может быть спроектировано определённое количество твердотельных моделей гребных винтов, проведён их сравнительный анализ между собой с целью выбора оптимального гребного винта для конкретного проектируемого судна с помощью CFD- пакета.

В докладе рассмотрены результаты моделирования работы гребного винта в свободной воде при различных способах задания проектов. Изучено влияние параметров проекта на результаты расчёта. Даны рекомендации по выбору способа задания проекта во Flow Vision.

**Список использованной литературы.**

1. 1. Гидродинамика судна А.М.Басин, В.Н.Анфимов Ленинград, Речной транспорт, 1961, 685с.
2. Труды ЦНИИ им. Акад. А.Н.Крылова
3. Справочник по теории корабля Том1 Я.И.Войткунский Ленинград «Судостроение» 1985, 764 с.

4. Проектирование обводов и движителей морских транспортных судов В.К.Турбал, В.С.Шпаков, В.М.Штумпф Ленинград «СУДОСТРОЕНИЕ» 1983, 302с.
5. Fletcher K. Vychislitelnye metody v dinamike zhidkostej
6. Сапр и графика, апрель 2006, стр 2, Сертификация системы моделирования движения жидкости и газа Flow Vision \\ А.А.Аксёнов, В.В.Шмелёв
7. **Чижиумов С.Д.** Основы гидродинамики Учебное пособие Издательство – Комсомольский на амуре государственный технический университет

УДК 629.5.024.715

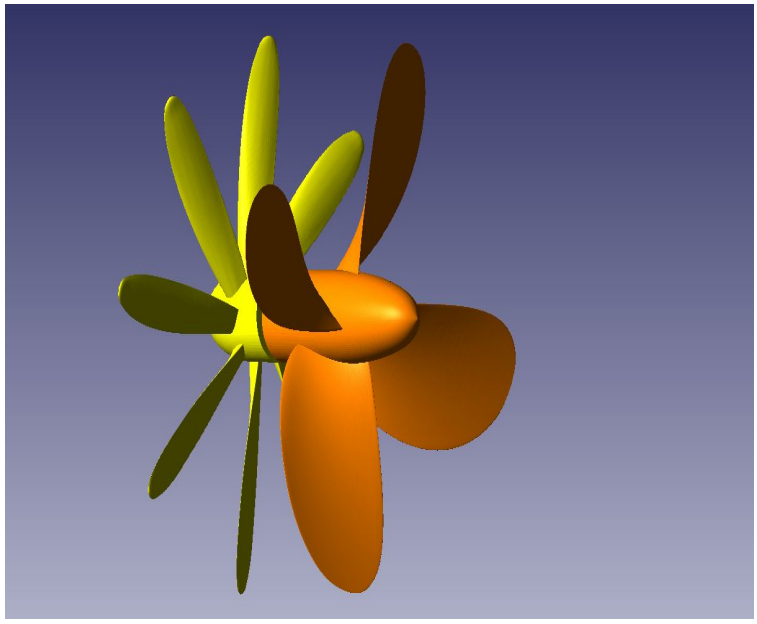
# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОМПЛЕКСОВ ВИНТ- ПРЕ ПРОПЕЛЛЕР И ВИНТ-ПОСТ ПРОПЕЛЛЕР В СРЕДЕ FLOWVISION

**Авторы:** Король Ю. М., Бражко А. С., Урсолов А. И.,
*Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова*

Эффективность работы пропульсивного комплекса судна зависит от многих факторов. Такими факторами являются форма корпуса, характеристики движителя и двигателя, а также скорость хода и частота вращения движителя. Очевидно, что все элементы указанного комплекса работают совместно и изменение характеристики одного из элементов неизбежно приведут к изменению режима работы и эффективности всего комплекса в целом. Поэтому для проектирования пропульсивного комплекса необходим системный подход с общей целевой функцией максимальной экономической эффективности судна в целом. Тем не менее, задача повышения КПД движителей продолжает оставаться актуальной и в связи с этим в докладе рассматривается влияние пре и пост пропеллера на работу гребного винта в однородном набегающем потоке.

Пре пропеллер представляет собой неподвижный 8-ми лопастной комплекс, расположенный перед основным гребным винтом (см. рис.1). В качестве пост пропеллера был принят винт, идентичный основному гребному винту и расположенный в корму от него, но с обратным шагом лопастей, и свободным вращением, вызванным струёй за гребным винтом (рис.2).

Построение 3D-моделей винтов производилось с помощью программ Generator Ship Propeller (GSP3D) и SolidWorks по описанной в работе [2] технологи. Моделирование производилось в CFD пакете FlowVision с использованием модели “Несжимаемая жидкость”. Оптимальной технологией моделирования работы гребного винта оказалось задание вращения с помощью скользящей поверхности. Этот метод позволяет программе более точно отслеживать геометрию винта с течением времени. Однако, при таком задании вращения возникают всплески давления на границе скользящей поверхности, которые, тем не менее, слабо влияют на упор и момент на винте.



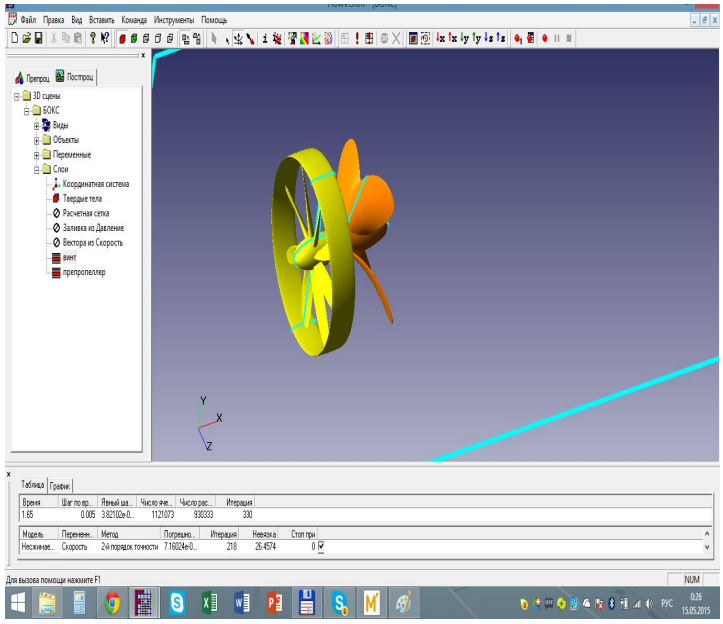



**Рис. 1.** Винт с препропеллером

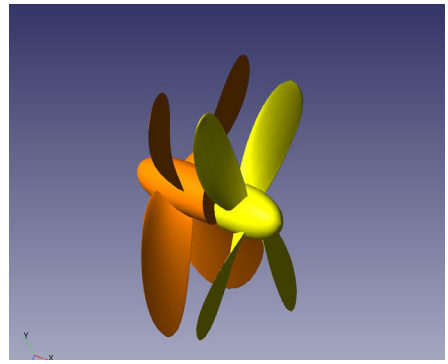


**Рис. 2.** Винт с контрпропеллером

Так же для уточнения результата была проведена последовательная адаптация расчётной сетки по поверхности гребного и вспомогательных винтов. Максимальный уровень адаптации достиг 2, а количество ячеек в расчётной области 850 тыс. Адаптация до 3 уровня не дала значительного изменения результатов. Каждый следующий уровень адаптации включался только после установления значений упора и момента.

В докладе приведены результаты исследования влияния пре и пост пропеллера на эффективность работы винта серии В4-55 с $D$ = 0,5 м; $A_e/A_0$ = 0,55; $Z$ = 4; $P/D$=1,0; $d_h/D$=0,167. Пре пропеллер 2 серии В8-35 при $D$ = 0,5 м в насадке и без нее. Пост пропеллер – серии В4-35 с $D$ = 0,5 м; $A_e/A_0$ = 0,35; $z$ = 4; $P/D$ =1,0; $d_h/D$ = 0,2. Исследования выполнялись при использовании скользящей поверхности для следующих вариантов: 1 – одиночный винт; 2 – винт с пре пропеллером; 3 – винт с пре пропеллером в насадке; 4 – винт с контрпропеллером (без вращения). Результаты расчетов приведены в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты расчетов движительного комплекса

| № | № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $T_p$ [Н] | 886,3 | 924,0 | 980,5 | 1071,0 |
| 2 | $Q_p$ [Нм] | 76,97 | 77,70 | 82,18 | 87,57 |
| 3 | $\eta_p = \frac{T_p \upsilon_p}{Q_p 2\pi n}$ | 0,458 | 0,473 | 0,475 | 0,487 |
| 4 | $R_p$ [Н] | 0 | 415 | 509 | 647 |
| 5 | $T_k = T_p - R_p$ [Н] | 886,3 | 509 | 471.5 | 424 |
| 6 | $\eta_k = \frac{T_k \upsilon_p}{Q_p 2\pi n}$ | 0,458 | 0,261 | 0,228 | 0,193 |

Как видно по результатам расчетов тяговые характеристики, а именно упор основного гребного винта $T_p$ растет. Растет и коэффициент полезного действия $\eta_p$, несмотря на рост момента $Q_p$. Однако появление на пре и пост пропеллере сил сопротивления $R_p$ приводит к существенному снижению $\eta_k$. Очевидно, что принятие решения об установке пре или пост пропеллера можно будет обосновать, только рассмотрев совместную работу винта, пре или пост пропеллера за корпусом судна.

**Список использованной литературы.**

**Гофман, А. Д.** Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна [Текст] / А. Д. Гофман. – Л.: Судостроение, 1988, – 360 с.

**Король Ю.М., Рудько О.Н.** Автоматизированная генерация данных для построения твердотельных моделей гребных винтов [Текст] // Зб. наук. праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2008.-№1(418).-С.56-61.

УДК 629.5.01:629.576

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОРМОВОГО РЕССОРНОГО ГИБКОГО ОГРАЖДЕНИЯ СВПА

**Авторы:** Зайцев Д.В., Зайцев В.В., Зайцев Вал.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Отличительной особенностью кормовых гибких ограждений (КГО) (рис. 1 и 2) судов на воздушной подушке амфибийного типа (СВПА) является то, что для обеспечения хорошей мореходностью на волнении необходимо обеспечить малый перепад давлений воздуха в гибком ресивере и подушке. Такое решение обеспечивает малую жесткость и большую податливость гибких ограждений (ГО) при ходе СВП на волнении до 2…3 баллов.

Общее расположение гибкого ограждения СВПА, показано на рис. 1.

Однако малый перепад давлений ($P_{КГО}/P_{П2}$ = 1,1...1,15, где $P_{КГО}$ – давление в гибком ресивере КГО, Па; $P_{П2}$ – давление во второй секции воздушной подушке, Па) приводит к неустойчивой форме кормовых секций ГО, к автоколебаниям во время его эксплуатации в том случае, если в конструкции КГО не предусмотреть некоторые элементы.

Кроме того, при эксплуатации СВПА материалы ГО подвергаются постоянному воздействию знакопеременных нагрузок, вызванных автоколебаниями, низкочастотной и высокочастотной вибрацией, которая может возникать из-за пульсаций давления воздуха, из-за неровностей экрана, над которым движется СВПА. Вибрация ГО приводит к расслоению применяемого материала и разрушению эластичной конструкции.

Наиболее опасной является низкочастотная вибрация, которая возникает при движении СВПА над взволнованной поверхностью, когда все конструкции корпуса судна начинают испытывать значительные вертикальные ускорения.

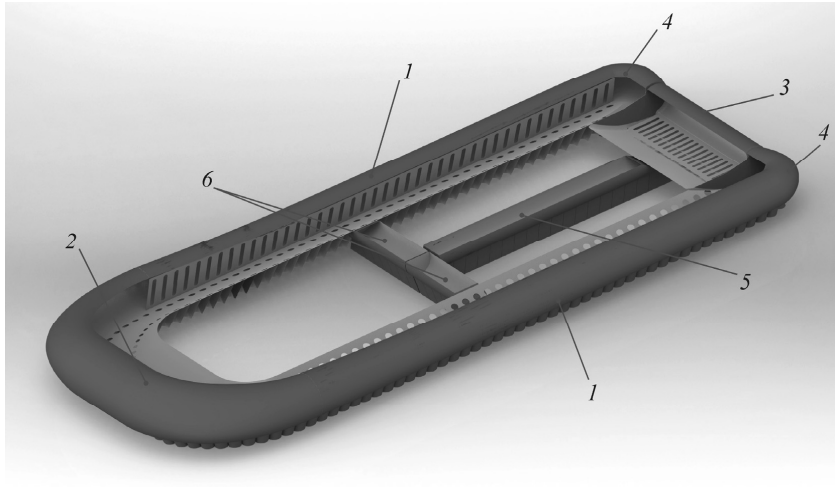



**Рис. 1.** Общее расположение гибкого ограждения СВПА: 1 – бортовое ГО; 2 – носовое ГО; 3 – кормовое ГО; 4 – угловые секции ГО; 5 –продольный киль ГО; 6– поперечный киль ГО



**Рис. 2.** Кормовое рессорное ГО СВПА с двухъярусным ресивером

Предотвращению низкочастотной вибрации способствует применение в конструкции КГО принципа рессорности, когда предусматривается разделение гибкого ресивера на два ресивера – верхний ресивер и нижний ресивер (рис. 2). Ресиверы сообщаются между собой через воздуховодные вырезы. Верхний и нижний ресиверы нагружены различными давлениями. Внутри верхнего ресивера КГО давление $P_{\text{в.КГО}}$, внутри нижнего – давление $P_{\text{н.КГО}}$. Такое ограждение назовем рессорным ГО с двойным ресивером.

Указанное конструктивное решение приводит к уменьшению вибрации ГО, обеспечивает лучшее уплотнение воздушной подушки, особенно при движении судна над неровной поверхностью, улучшает характеристики

качки СВПА, так как обеспечивает возможность вертикального перемещения ГО.

Данная задача решается с помощью математической модели кормового рессорного ГО СВПА, разработанной авторами.

Рассмотрена мягкая оболочка двухъярусного рессорного ресивера кормового ГО СВПА, нагруженная давлением воздуха.

Принятые допущения: материал оболочек верхнего и нижнего ресиверов КГО считается изотропным, невесомым, нерастяжимым и абсолютно гибким; форма оболочки – цилиндрическая; скачок давления воздуха происходит вдоль образующей.

Необходимо найти такие параметры формы ресивера КГО, которые позволят провести построения без использования дополнительных графоаналитических операций. Участки верхнего и нижнего ресиверов нагружены равномерными нагрузками, следовательно, их формами сечения будут дуги окружностей различных радиусов.

Для создания математической модели кормового рессорного ГО СВПА с двухъярусным ресивером была составлена система уравнений из геометрических соотношений для гибкого ресивера и его уравнений равновесия на тихой воде.

Математическая модель расчета и проектирования КГО СВПА позволила получить зависимости для определения его формы без выполнения дополнительных графических построений.

Полученные авторами зависимости для расчета и проектирования КГО СВПА можно использовать при определении формы кормового рессорного ГО с двойным ресивером для составления математической модели подъемного комплекса СВПА.

УДК 629.5.01:629.576

# ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСЧЕТА ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ АМФИБИЙНЫХ СУДОВ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ НА МЕЛКОВОДЬЕ В ОГРАНИЧЕННОЙ АКВАТОРИИ

**Авторы:** Зайцев Д.В., Зайцев В.В., Зайцев Вал.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Особенностью судов на воздушной подушке амфибийного типа (СВПА) по сравнению с водоизмещающими судами является то, что во время висения или движения под судном образовывается распределенная область повышенного давления, которая движется вместе с судном.

Когда распределение давления движется вдоль свободной поверхности жидкости, то сгенерированные волны будут аналогичными волнам порожденным судном. Так, чтобы произвести эти волны, должна быть выполнена работа. Из этого следует, что распределение давления испытает силу сопротивления, или волновое сопротивление. Фактически самое раннее исследование корабельных волн было выполнено Кельвином, который рассчитывал волны, создаваемые движущимся центром давления.

Впоследствии Хавелок изучал волновое сопротивление одномерного распределения давления и некоторых двумерных распределений с круговой симметрией. Затем Вехаузеном были представлены выражения для волнового сопротивления произвольного распределения давления в воде конечной глубины.

На сегодняшний день в Украине есть большая потребность в своей производственной и проектной базе, а также в парке малых и средних СВПА. В первую очередь потребность в таких судах есть у Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций, пограничной службе и береговой охране.

Инновационная методика проектирования СВПА обязательно должна включать особенности расчета волнового сопротивления СВПА на мелководье в ограниченной акватории

Данная задача решается с помощью алгоритма, разработанного авторами, для случая прямоугольного распределения давления:

$p_0(x,z) = p_0$ для $|x| < L/2$ и $|z| < B/2$

$p_0(x,z) = 0$ для $|x| > L/2$ или $|z| > B/2$,

где $L$ и $B$ – соответственно длина и ширина воздушной подушки; $p_0$ – равномерное давление в ВП.

Входные параметры алгоритма:

$g = 9{,}81$ – ускорение свободного падения, $м/с^2$;

$\rho_{wtr}$ – плотность воды, $кг/м^3$;

$L_П$ – длина воздушной подушки, м;

$B_П$ – ширина воздушной подушки, м;

$P_П$ – давление в воздушной подушке, Па;

$U$ – скорость движения СВПА, $м/с$ ;

$H$ – глубина акватории, м;

$w$ – ширина канала, по которому движется СВПА, м

$N_m$ – количество элементов в ряде суммирования;

Выходные параметры алгоритма следующие:

$R_{ВЛН.М}$ – волновое сопротивление на мелководье, Н;

Тестовый расчет:

- входные параметры

$g = 9{,}81\, м/с^2$ ; $\rho_{wtr} = 1025\, кг/м^3$ ;

$L_П = 23{,}65$ м; $B_П = 8{,}88$ м; $P_П = 1800$ Па; $U = 13{,}5$ $м/с$ ;

$H = 0{,}5\, L_П = 11{,}825$ м; $w = 10\, L_П = 236{,}5$ м; $N_m = 500$ .

Авторами был выполнен ряд расчетов для различных глубин акватории и для различных скоростей движения СВПА (рис. 1 и 2).

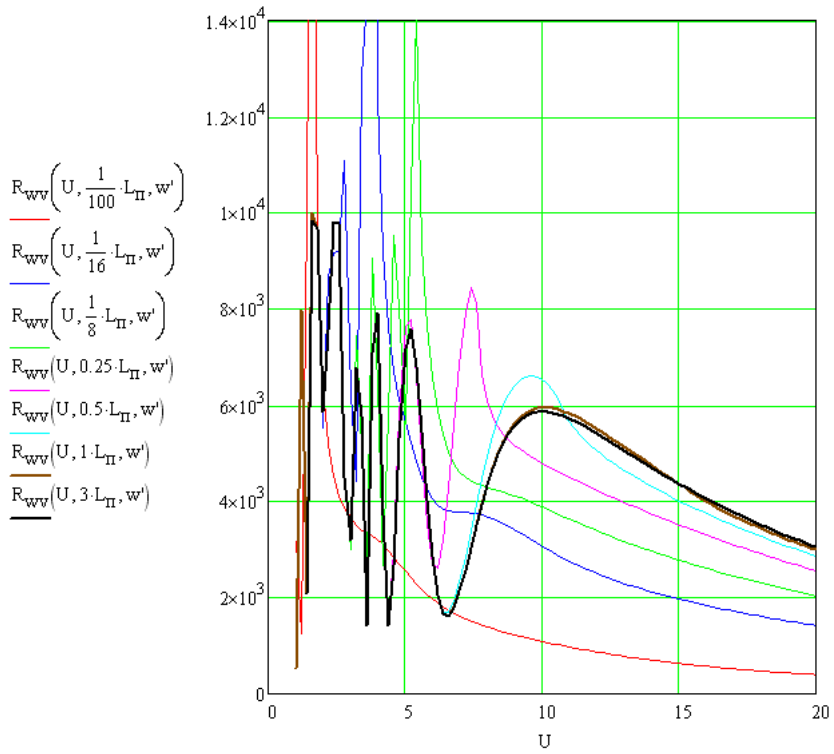



Рис. 1. Зависимость волнового сопротивления от скорости СВПА при различных глубинах акватории

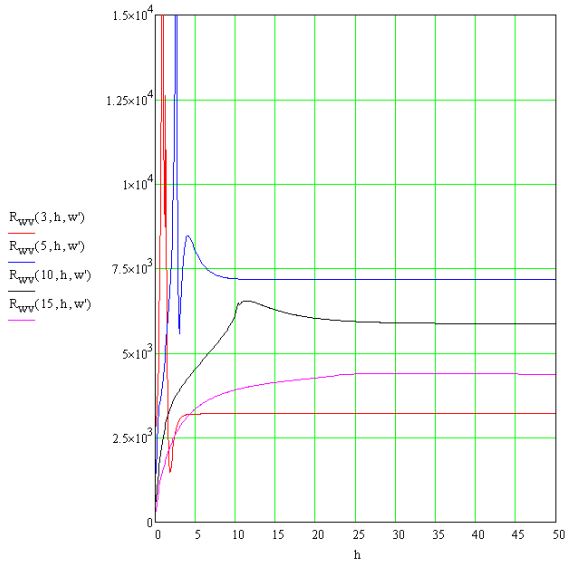



**Рис. 2.** Зависимость волнового сопротивления от глубины акватории при различных скоростях СВПА

Из рисунков 1 и 2 видно, глубина акватории, начиная с $2L_П$ , может считаться глубокой водой.

Для определения влияния мелководья на волновое сопротивление можно ввести коэффициент влияния мелководья

$$k_{h.ВЛН.М}(H) = \frac{R_{ВЛН.М}(H)}{R_{ВЛН.М}(H = 2L_П)} .$$

Авторами также был выполнен ряд расчетов для различных значений ширины канала, по которому движется СВПА (рис. 3 – 5).

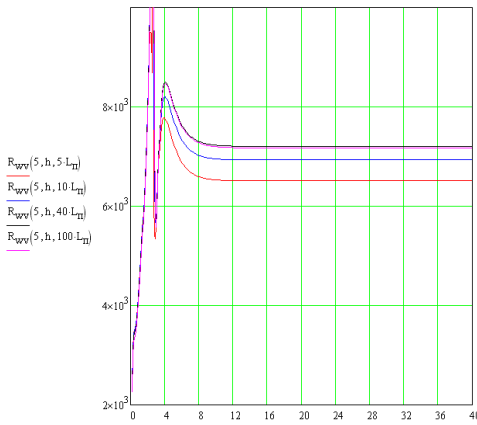



**Рис. 3.** Зависимость волнового сопротивления от глубины акватории при различных значениях ширины канала (при U=5 м/с)

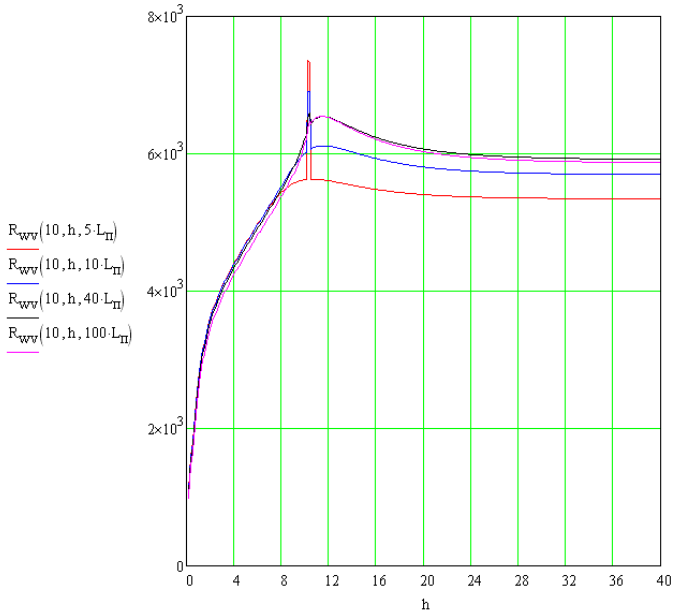



**Рис. 4.** Зависимость волнового сопротивления от глубины акватории при различных значениях ширины канала (при U=10 м/с)

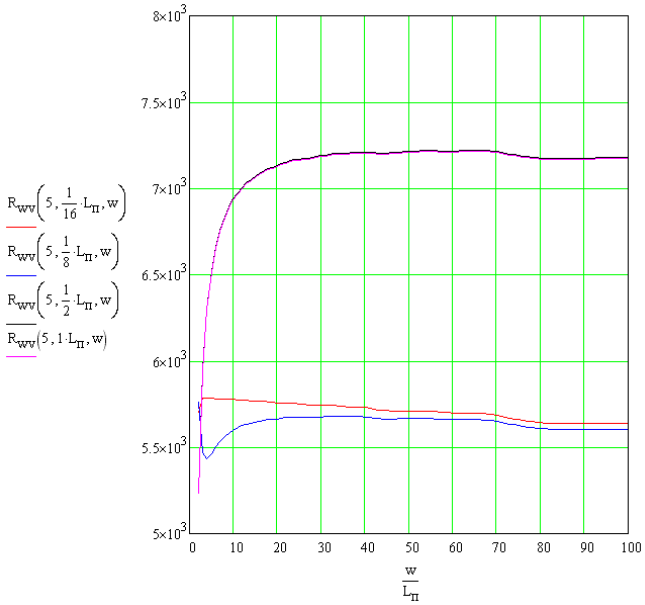



**Рис. 5.** Зависимость волнового сопротивления от ширины канала при различных значениях глубины акватории (при U=5 м/с)

Для определения влияния ширины канала на волновое сопротивление можно ввести коэффициент влияния ширины канала

$$k_{w.ВЛН.М}(w)=\frac{R_{ВЛН.М}(w)}{R_{ВЛН.М}(w=100\,L_П)}\ .$$

УДК 629.5

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАКЛОНА ОБРАЗУЮЩЕЙ НА НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСИВЕРА ГИБКОГО ОГРАЖДЕНИЯ СУДНА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ ПРИ ВСТРЕЧЕ С ВОЛНОЙ

**Автор:** Ткаченко Ю. Н.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

К пневматическим относят конструкции, проектная форма которых и стабилизация обеспечивается разницей давлений[1]. Гибкое ограждение судна на воздушной подушке относится к пневматическим конструкциям.

Целью исследования есть исследование деформации носового гибкого ограждения при встрече судна с волной от характеристик раскроя.

Для упрощения расчетов делаются некоторые допущения относительно свойств материала гибкого ограждения, принципа его работы и распределения давления по поверхности:

Материал гибкого ограждения принимается абсолютно гибким, невесомым и нерастяжимым.

Наличием местных подкреплений оболочки и навесными элементами пренебрегаем.

Избыточное давление воздуха со стороны воздушной подушки и действующее изнутри оболочки принимается постоянным и равномерно распределенным.

Наличие выходных отверстий для воздуха в нижней части ресивера над навесным элементом учитывается коэффициентом $0<æ<1$ и длиной поперечного комингса навесного $l_0$.

Как внешнюю нагрузку от волны принимается квази гидростатическое давление столпа жидкости от вершины волны до ее подошвы.

Внешнюю нагрузку от волны считаем действующей только на средний участок оболочки гибкого ресивера.

Давление в ресивере и воздушной подушке считаем неизменным.

Определение параметров формы и напряженно деформированного состояния оболочки гибкого ресивера при данных допущениях сводится к решению трансцендентного уравнения относительно θ. Расчетная схема и обозначения показаны на рис. 1.

Для обобщения результатов уменьшения характеристик, влияющих на оболочку, переходим к безразмерным параметрам. Переходя к безразмерным параметрам все линейные характеристики разделим на периметр L, а

силовые на Pn. Переход к безразмерным параметрам происходит по формулам аналогично [2].

После преобразований получим следующие аналитические зависимости в безразмерном:

$$\theta = arctg\left(\frac{a_2 \cdot \cos(2\cdot\phi_0+\phi_2)+a_0\cdot\cos\phi_0+a_1\cdot\cos\phi_1}{a_2\cdot\sin(2\cdot\phi_0+\phi_2)+a_0\cdot\sin\phi_0-a_1\cdot\sin\phi_1}\right)$$

$$r_0=\frac{l_0}{2\cdot\phi_0},\quad r_1=\kappa\cdot r_0,\quad r_2=\frac{\kappa\cdot r_0}{1+\varepsilon},\quad t=\frac{T}{L\cdot P_{\ddot{i}}},$$

$$\phi_i=\frac{l_i}{2\cdot r_i},\quad a_i=2\cdot r_i\cdot\sin\phi_i\quad,(i=0,1,2),\quad c=\frac{l_1}{l_2},\quad l_1=\frac{c\cdot(1-l_0)}{1+c},\quad \varepsilon=\frac{P_{\partial}-P_{\ddot{i}}}{P_{\ddot{i}}},$$

где

$P_{n.}$ – избыточное давление в воздушной подушке

$P_{p.}$ – избыточное давление в оболочке

ε – относительных коэффициент перепада давления в оболочке и воздушной подушке

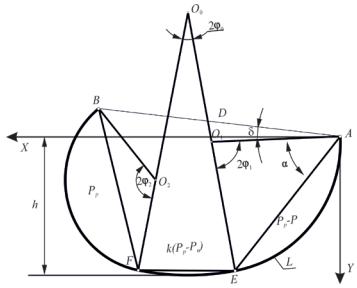



**Рис.1.** Расчетная схема оболочки.

При расчетах внешние усилие волн переводим в безразмерный вид, выражая давление на подошве через давление в ресивере.

Результаты расчетов в виде графиков на рисунке 2 при значениях высоты волны 0,25; 0,5; 0,75 и 1 от высоты воздушной подушки.

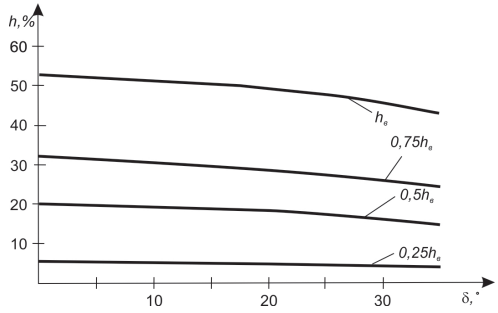



Рис.2. Значение деформации гибкого ограждения.

**Выводы:**

С увеличением угла наклона образующей оболочки деформация уменьшается.

Чем меньше высота волны, тем меньше на деформацию влияет угол наклона образующей.

Максимальная разница между деформациями составила всего около 11%, что свидетельствует о том, что на деформацию угол наклона существенного влияния не оказывает.

**Литература:**

1. **Отто Ф., Тростель Р.** Пневматические строительные конструкции. М. Стройиздат, 1967, 320с

2. **Ткаченко Ю.М., Мартинець Б.М.** Обчислення жорсткості форми м'якої циліндричної оболонки. /Комп'ютерні науки та інженерія. – Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2011 – с.208-209

УДК 519.87:629.5.01

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИБКОЙ СВЯЗИ В СОСТАВЕ МОРСКОЙ ПРИВЯЗНОЙ СИСТЕМЫ

**Автор:** Трунин К. С.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

В [1] приведена математическая модель, совмещающая достоинства дифференциальных и конечноэлементных моделей. Вывод уравнений математической модели основан на суперпозиции трёх видов деформации гибкой связи (ГС) (растяжения, изгиба и кручения) под действием внешних сил со стороны судна-носителя (СН), привязного подводного аппарата (ПА), морского течения и подводных преград. Последовательное рассмотрение деформаций растяжения, изгиба и кручения малого элемента ГС позволило определить его кинетическую и потенциальную энергии и затем записать девять дифференциальных уравнений Лагранжа второго рода. Полученные уравнения динамики ГС дополнены начальними и граничними условиями. Однако, при тестировании данной модели виявлена недостаточная сходимость, что потребовало иного похода при создании математической модели МПС с ГС.

Гибкую связь (ГС) представим в виде совокупности отдельных малых элементов длиной *l,* соединённых между собой упругими связями (рис.1) [2].

Радиус-вектор ГС **r**(*p*) связан с вектором координат **e** зависимостью

$$\vec{r}(p) = \mathbf{S}(p) \cdot \vec{e}\,, \qquad (1)$$

где $\vec{e}$ - вектор обобщённых координат;

$$\vec{e} = \{\vec{r}_0^{\,0T}\ \vec{r}_0^{\,1T}\ \vec{r}_l^{\,0T}\ \vec{r}_l^{\,1T}\ \beta_0\ \beta_l\}^T;$$

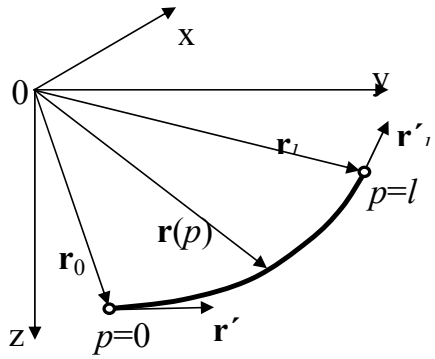



**Рис. 1.** Осевая линия элемента ГС.

$\vec{r}_u^{\,k} = \partial \vec{r}^{\,k} / \partial p^k \big|_{p=u} = \begin{Bmatrix} x_u^k \\ y_u^k \\ z_u^k \end{Bmatrix}$ - радиус-векторы (k=0) и касательные векторы (k=1) к осевой линии ГС в её концевых точках (p=0 и p=*l*) когда *u* принимает значения 0 (p=0) или *l* (p=*l*);

$\mathbf{S}(p) = \| \, s_1\mathbf{I} \;\; s_2\mathbf{I} \;\; s_3\mathbf{I} \;\; s_4\mathbf{I} \;\; 0 \;\; 0 \, \|$ - матрица функций форм ГС;

**I** – единичная матрица (3×3);

$\beta_k$ – углы поворота поперечных сечений ГС в концевых точках элемента относительно нормали ***n*** репера Френе осевой линии (рис.2) [3];

*l* – длина осевой линии элемента ГС.

Угол $\beta$ определяется вдоль осевой линии ГС ( $p \in [0; l]$) с помощью интерполяционной зависимости

$$\beta(\eth) = \beta_0 \cdot (1 - \eth / l) + \beta_l \cdot \eth / l \,. \qquad (2)$$

В качестве функций формы ГС использованы функции Эрмита

$$s_1(p) = s_3(l-p) = 1 - 3\xi^2 + 2\xi^3, \qquad (3)$$

$$s_2(p) = -s_4(l-p) = l \cdot (\xi - 2\xi^2 + \xi^3) \qquad (4)$$

$$s_3(p) = 3\xi^2 - 2\xi^3, \qquad (5)$$

$$s_4(p) = l \cdot (\xi^3 - \xi^2), \qquad (6)$$

$$\xi = p / l, \qquad (7)$$

позволяющие аппроксимировать форму элемента ГС по величине и производной радиуса-вектора ГС

$$x(p) = s_1(p) \cdot x_0 + s_2(p) \cdot x'_0 + s_3(p) \cdot x_l + s_4(p) \cdot x'_l, \qquad (8)$$

$$y(p) = s_1(p) \cdot y_0 + s_2(p) \cdot y'_0 + s_3(p) \cdot y_l + s_4(p) \cdot y'_l, \qquad (9)$$

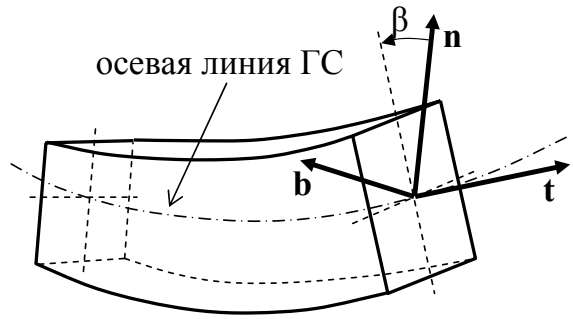



**Рис. 2.** Поворот концевого поперечного сечения элемента ГС относительно нормали репера Френе осевой линии, состоящего из вектора касательной t, нормали n и бинормали b.

$$z(p) = s_1(p)\cdot z_0 + s_2(p)\cdot z_0' + s_3(p)\cdot z_l + s_4(p)\cdot z_l' . \qquad (10)$$

Уравнения движения элемента ГС могут быть получены с помощью уравнений Лагранжа II рода

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial \dot{e}} - \frac{\partial T}{\partial e} + \frac{\partial U}{\partial e} = \frac{\delta W}{\delta e}, \quad (11)$$

где T – кинетическая энергия элемента ГС, Дж;

$$T = \frac{1}{2}\int_0^l \rho_l \cdot \dot{\vec{r}}^T \cdot \dot{\vec{r}} \cdot dp + \frac{1}{2}\int_0^l J_\beta \cdot \dot{\beta}^2 \cdot dp \ ; \qquad (12)$$

$\rho_l$ – линейная плотность материала ГС, кг/м;
U – потенциальная энергия деформации элемента ГС, Дж;
δW – виртуальная работа активных сил, Дж;

$$\delta W = \int_0^l \delta \vec{r}^T \cdot \rho_l \cdot \vec{g} \cdot dp + \int_0^l \delta \vec{r}^T \cdot \vec{F} \cdot dp \ ; \quad (13)$$

$\boldsymbol{g}$ – вектор ускорения силы тяжести, м/с$^2$;
$\boldsymbol{F}$ – вектор активных (внешних) сил, действующих на ГС, Н.
После подстановки производных по времени радиуса-вектора $\dot{\vec{r}} = S\cdot\dot{\vec{e}}$ (1) и его вариации $\delta\vec{r} = S\cdot\delta\vec{e}$ в уравнение (11) уравнения движения в матричной форме принимают вид

$$M\cdot\ddot{\vec{e}} + \vec{Q}^e = \vec{Q}^g + \vec{Q}^F, \quad (14)$$

куда входят постоянные матрица масс ($\boldsymbol{M}$) и столбец обобщённых сил тяжести ($\boldsymbol{Q}^g$), а также вектор внешних активных сил ($\boldsymbol{Q}^F$) и реакций упругого деформирования ГС ($\boldsymbol{Q}^e$). Матрица масс определяется по формуле

$$M = \frac{\partial^2 T}{\partial\dot{\vec{e}}\partial\dot{\vec{e}}^T} = \rho_l\int_0^l S^T S\cdot dp = const, \qquad (15)$$

$$\mathbf{M}_{ij} = \frac{\partial^2 T}{\partial\dot{\vec{e}}_i\partial\dot{\vec{e}}_j^{\,T}} = \rho_l\int_0^l s_i^T s_j\cdot dp \cdot \mathbf{I} = M_j\cdot\mathbf{I},\ i,j\in[1;4], \qquad (15)$$

Уравнение (14) записано для одного элемента ГС (Рис.1) и не учитывает связь с другими её элементами. Узлы элемента ГС соединены с узлами

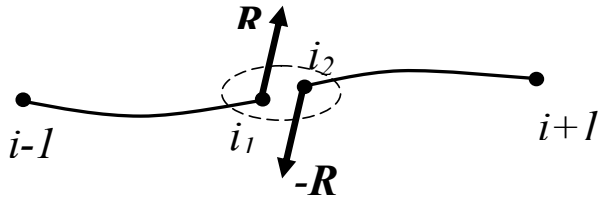



**Рис. 3.** Схема соединения соседних элементов ГС.

соседних элементов. Поэтому уравнение (14) необходимо преобразовать с учётом влияния на элемент ГС соседних с ним элементов.

Разделим ГС на N элементов и введём сквозную нумерацию её узлов $i \in [0; N]$. Рассмотрим взаимодействие двух соседних элементов имеющих общий узел с номером $i$ (рис.3).

Условно разделим узел $i$ на два узла $i_1$ и $i_2$, а отсутствующую между ними связь заменим обобщёнными реакциями $\boldsymbol{R}$ и $-\boldsymbol{R}$. Учитывая, что узлы $i_1$ и $i_2$ составляют один узел $i$, то их обобщённые координаты равны координатам узла $i$. Это значит, что уравнения динамики этих узлов отличаются друг от друга только знаками реакций связи $\boldsymbol{R}$, обобщёнными силами и матрицами масс.

Осуществляя необходимые преобразования и определив связь между соседними элементами ГС, для учёта граничных условий необходимо вводить в нём корректировку матриц с использованием множителей Лагранжа. Их определение усложняет решение задачи и требует дополнительного обращения матрицы масс вблизи границ ГС. Обобщённые координаты в i-1 и i+1 узлах ГС могут быть определены из граничных условий или из системы уравнений, записанных для каждого узла ГС. В матричной форме уравнение получит вид

$$\mathbf{M}_1 \cdot \ddot{\vec{e}}_{i-1} + \mathbf{M}_2 \cdot \ddot{\vec{e}}_i + \mathbf{M}_3 \cdot \ddot{\vec{e}}_{i+1} + \hat{\mathbf{E}}_1 \cdot \vec{e}_{i-1} + \hat{\mathbf{E}}_2 \cdot \vec{e}_i + \hat{\mathbf{E}}_3 \cdot \vec{e}_{i+1} = \vec{Q}_i, \quad (16)$$

**Вывод.** Данную систему уравнений можно решить, используя численные методы. Матричное алгебраическое уравнение записывается в неявной форме с использованием трёх временных слоёв, для его решения использован двухшаговый итерационный метод. Тогда решение уравнения может быть получено по методу обратной матрицы. Полученные формулы решения системы уравнений (16) позволяют составить алгоритм моделирования динамики ГС под действием внешних воздействий на неё.

## Список литературы

**Трунин, К.С.** Математическая модель морской привязной системы с гибкой связью [Текст] / К.С. Трунин // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали V Міжнародної НТК.- Миколаїв : НУК,2014. - 608 с. (С. 386 – 388).

**Дмитроченко, О.Н.** Методы моделирования динамики гибридных систем тел. С учётом геометрической нелинейности [Текст] / О.Н. Дмитро-

ченко // Динамика прочности и надёжность транспортних машин / Сб. тр. под. ред.. Б.Г. Кеглина. – Брянск: БГТУ. – 2001. – С. 24-34.

**Shabana A.A., Yakoub R.Y.** Three dimensional absolute nodal coordinate formulation for beam elements: Theory // Journal of Mechanical Design 123. 2001. – pp. 606-621.

УДК 629.5.015.4:539.431

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ УЗЛА КОРПУСА СУДНА

**Авторы:** *Коростылёв Л. И., Литвиненко Д. Ю.,*
*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

За время эксплуатации корпус судна подвергается действию переменных нагрузок различного происхождения, приводящим к усталостному повреждению его элементов. Источники циклических нагрузок, которым подвергается грузовое судно за период его эксплуатации, можно классифицировать по четырем типам, как показано в табл. 1.

**Табл. 1.** Циклическое нагружение, которому подвергается торговое судно за период эксплуатации [1]

| Категории нагрузок | Количество циклов за период эксплуатации |
|---|---|
| Низкочастотные волнового происхождения | $10^7$-$10^8$ |
| Высокочастотные волнового происхождения | $10^6$ |
| На тихой воде (статически-переменные) | 300-500 |
| Термические | 7000 |

Долговременное распределение напряжений в сварных узлах судового корпуса аппроксимируется законом Вейбулла согласно [1], [2]. В [1] можно найти приближенные зависимости, базирующиеся на аппроксимации экспериментальных данных, для определения параметров этого закона в зависимости от длины судна и расположения исследуемого конструктивного элемента в судовом корпусе. Для более детального анализа используется процедура рассмотренная ниже.

Усталостное повреждение узлов судового корпуса в целом вызвано композицией одновременно действующих нагрузок различной природы и характера действия, которые, кроме того, отличаются фазовыми смещениями. При расчете усталости принимаются во внимание волновые и статически-переменные нагрузки. В дополнение к указанным видам нагрузок могут быть учтены динамические нагрузки, обусловленные слемингом, наличием свободной поверхности в танках, инерционные и гидродинамические нагрузки, вызванные работой двигателей и пропульсивных установок, а также нагрузки, обусловленные наличием разницы температур. К тому же, можно

принять в расчет и остаточные сварочные напряжения. При этом следует иметь ввиду, что оценка усталостной прочности сварного узла выполняется для комбинаций компонентов нагрузок.

Вероятность, что значение напряжения превысит некоторый уровень $\sigma_1$ можно представить в виде

$$Q(\sigma > \sigma_1) =$$

$$= \iiint\int \exp\left(\frac{-\sigma_1^2}{2D_\sigma(h, T_m, \theta, Fr)}\right) p\left(T_m/h\right) p\left(\theta/h\right) p\left(Fr/h\right) p(h) dT_m d\theta dFr dh \quad (1)$$

где $T_m$ – средний период волнения; θ – курсовой угол движения судна по отношению к гребням доминанты; $v$ – скорость хода судна; $Fr$ – число Фруда; $h$ – высота волны, характеризующая рассматриваемый режим волнения; $D_\sigma(h, T_m, \theta, Fr)$ – дисперсия суммарных напряжений в сварном узле. Функции $p(T_m/h)$ – вероятность среднего периода $T_m$ в серии режимов данной интенсивности, $p(\theta/h)$, $p(Fr/h)$ – аналогичные вероятности осуществления курсовых углов, скоростей хода судна в условиях волнения данной интенсивности, $p(h)$ – вероятность того, что судно встретит волнение данной интенсивности в группе, на которые разбит диапазон волновых условий в районах эксплуатации судна.

Из зависимости (1) можно определить параметры формы и масштаба долговременного распределения напряжений по закону Вейбулла.

**Выводы.** Первоначальные оценки показывают, что из упомянутых типов нагрузок, важную роль играют волновые нагрузки. Степень влияния других видов нагружения можно учитывать поправочными коэффициентами в расчетных зависимостях усталостной прочности конструктивных узлов.

**Литература**

**Mansour, F.** Probability-based ship design loads and load combiations / F. Mansour, A. Thayamballi // Ship Structure Committee: Report SSC-373. – Washington, November, 1993. – 270 p.

**Короткин, Я. И.** Прочность корабля [Текст] / Я. И. Короткин, Д. М. Ростовцев, Н. Л. Сиверс. – Л.: Судостроение, 1974. – 432 с.

УДК 629.5: 004

# ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ НАКАТНЫХ СУДОВ

**Автор:** Шарун Г. В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

В Правилах классификационных обществ при проектировании рамных связей накатных судов [1, 2] приводятся рекомендации по составлению расчетной схемы для расчета прочности с использованием метода конечных элементов, различные комбинации расчетных нагрузок и допускаемые напряжения.

При проектировании корпусов накатных судов используются различные расчетные схемы в виде поперечных шпангоутных рам, отсеков, модели корпуса судна в целом при стержневой и пластинчатой идеализации элементов конструкции [3]. При регулярном расположении рамного набора одинаковой жесткости в пределах средней грузовой части судна допустимо использование расчетной схемы отсека, при этом расчетной будет являться средняя рама отсека.

В данном исследовании выполнено сравнение расчетов отсека в пределах средней части двухпалубного накатного судна без пиллерсов при стержневой и пластинчато-стержневой идеализации связей.

На рис. 1 приведена схема отсека накатного судна при стержневой идеализации связей. На уровне верхней и главной палуб приложены смещения в горизонтальной плоскости, полученные предварительно в результате расчета перекоса при бортовой качке упрощенной расчетной модели судна. Нагрузка от контейнеров приложена в виде сосредоточенных сил в углах контейнеров с учетом сил инерции при вертикальной качке. Также учитываются нагрузки от воды в состоянии судна с креном от бортовой качки и собственный вес палуб и днища.

При пластинчато-стержневой идеализации отсека (рис. 2) используются пластинчатые и стержневые конечные элементы: обшивка, настилы, стенки рамных балок моделируются пластинами, а свободные пояски балок – стержневыми элементами, работающими только на растяжение-сжатие. Такая комбинация типов конечных элементов упрощает подготовку исходных данных для расчета.

В качестве расчетной нагрузки для отсека принималась комбинация вертикальной нагрузки от контейнеров на палубах и двойном дне, поперечных горизонтальных нагрузок на уровне палуб вследствие бортовой качки и сил поддержания от воды при накренении судна на борт. В расчете нагрузок от качки учитываются инерционные вертикальные и горизонтальные составляющие ускорений от контейнеров с учетом собственного веса палуб. Расчет выполнялся с использованием программы метода конечных элементов ANSYS.

Результаты расчетов для отсека и средней шпангоутной рамы приведены на рис. 3-6. Для стержневых элементов расчет напряжений выполняется

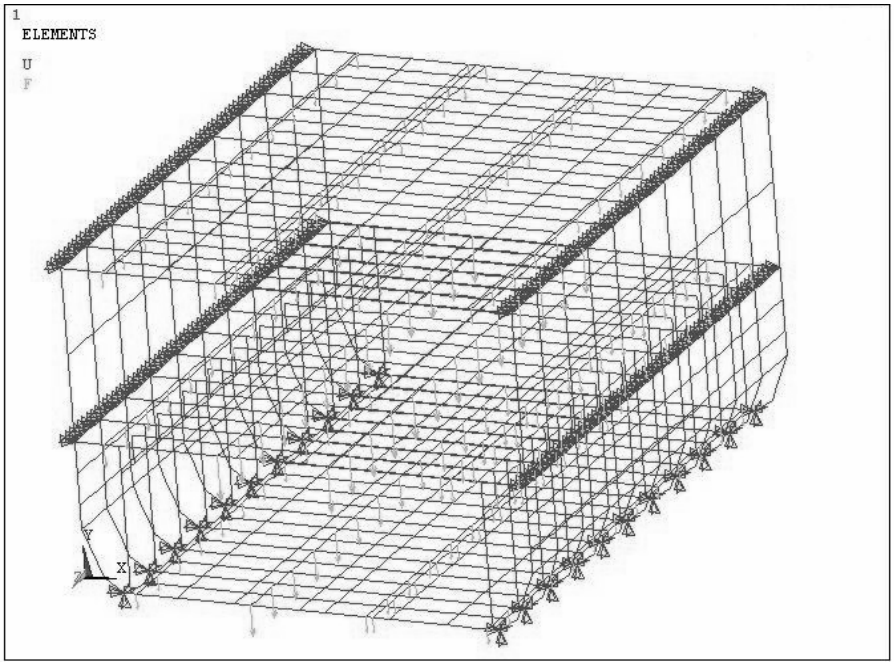



**Рис. 1.** Расчетная схема отсека при стержневой идеализации

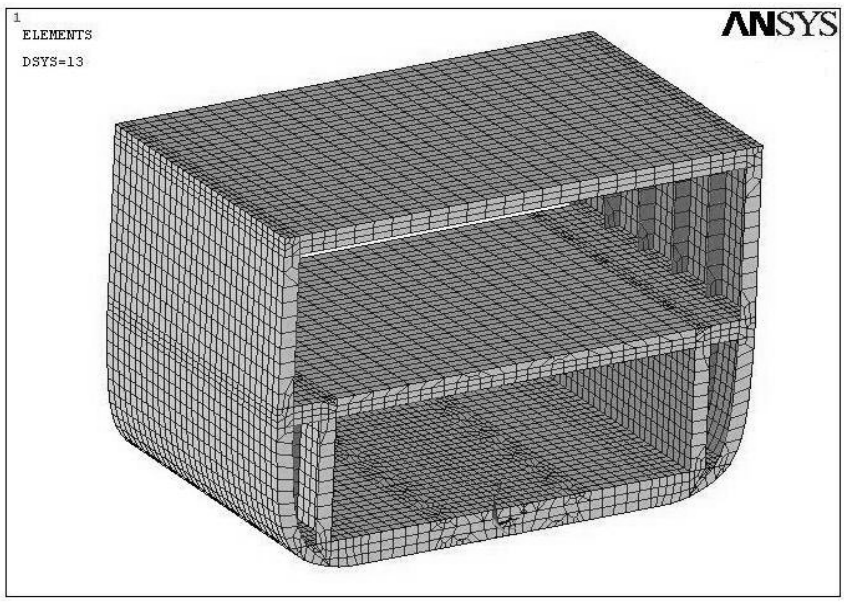



**Рис. 2.** Расчетная схема отсека при пластинчато-стержневой идеализации

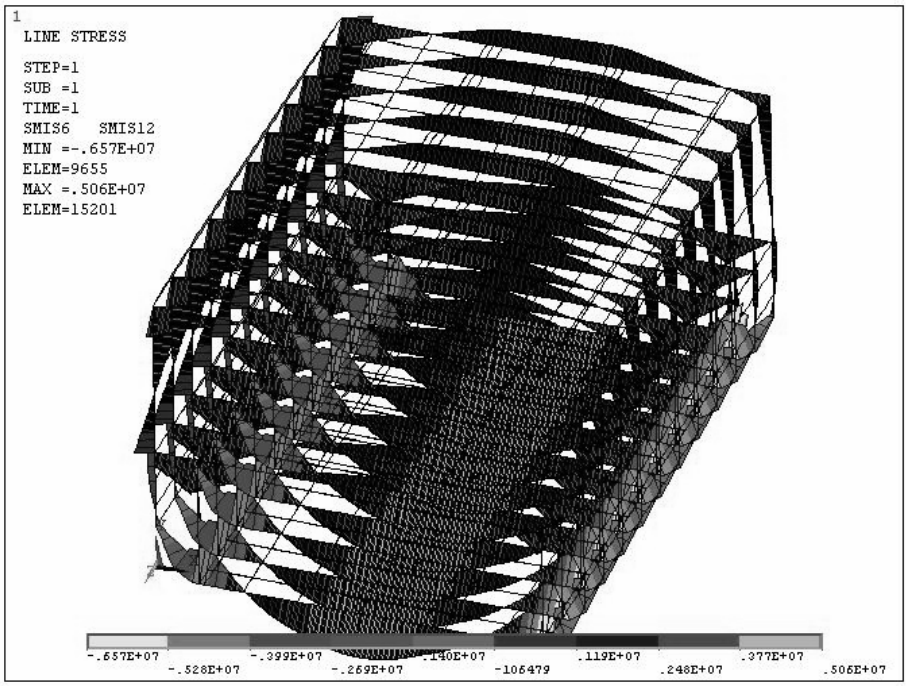



**Рис. 3.** Изгибающие моменты в стержнях отсека

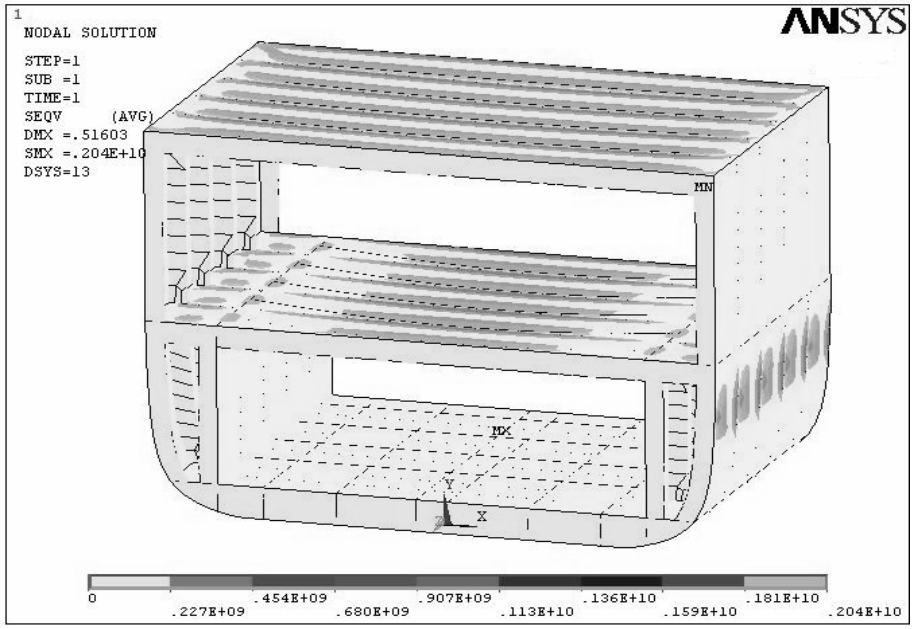



**Рис. 4.** Приведенные напряжения по Мизесу в связях отсека

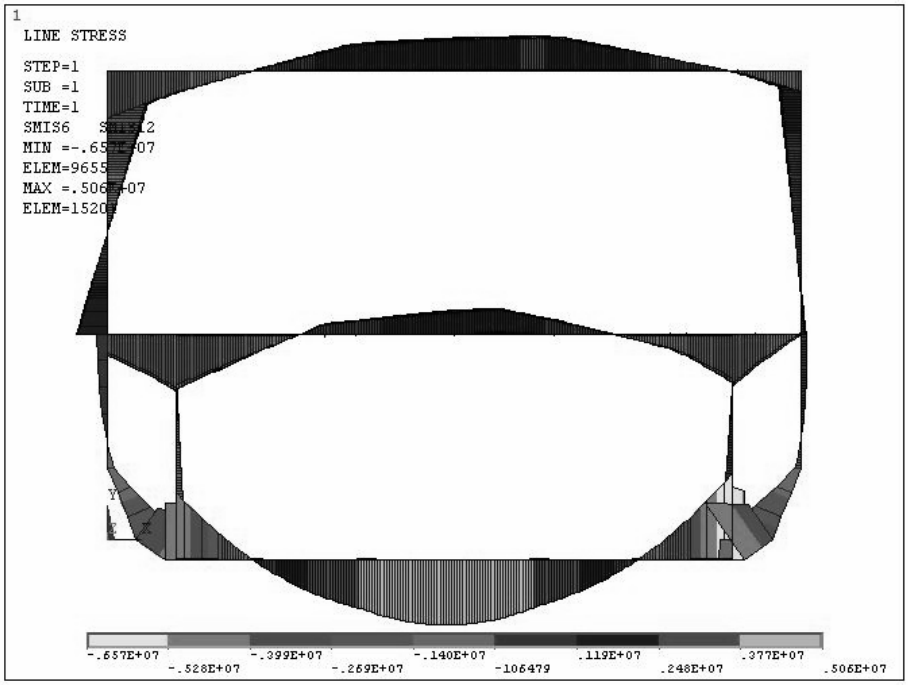



**Рис. 5.** Изгибающие моменты в стержнях рамы (вид спереди)

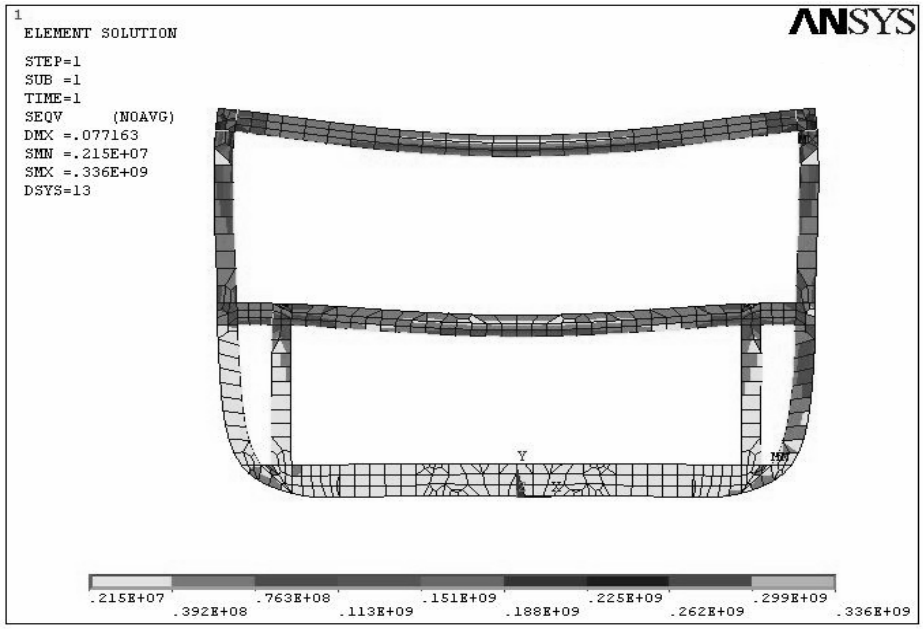



**Рис. 6.** Приведенные напряжения по Мизесу в поперечной шпангоутной раме отсека

отдельно, так как в Ansys напряжения вычисляются только для симметричного профиля. В целом расчеты показали полное совпадение уровня напряженности связей отсека при использовании обеих расчетных схем.

Уровень напряженности рамных бимсов и шпангоутов на пересечении у верхней палубы приводит к необходимости уширения поясков этих балок в районе соединения верхней палубы и борта. Кроме того, только расчетом отсека в пластинчато-стержневой идеализации был определен район действия больших касательных напряжений в стенке шпангоутной рамы на пересечении верхней палубы и борта. Это привело к необходимости увеличивать толщину стенки рамы в этом месте.

Полученные результаты расчета отсека могут использоваться для сравнения с результатами расчета более простых расчетных схем: плоских поперечных шпангоутных рам до уровня главной палубы или по всей высоте борта судна.

**Выводы.** Проведенные расчеты пространственного деформирования корпуса накатного судна при действии внешних нагрузок позволили исследовать особенности напряженно-деформированного состояния корпуса, сравнить результаты расчета при стержневой и пластинчато-стержневой идеализации рамных связей отсека, определить районы повышенной напряженности и уточнить размеры рамных связей в пределах средней части судна.

**Список использованной литературы.**

1. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 2. Корпус. Регістр судноплавства України [Текст]. К.: РУ, 2012. – 360 с.

2. Rules for the Classification of Steel Ships. Bureau Veritas. [Text]. Paris: BV, 2004. – 540 с.

3. **Козляков, В.В.** О проектировании корпусов накатных судов [Текст] /В.В. Козляков, Г.В. Шарун // Проектирование и конструкции судов: сб. науч. трудов. – Николаев: НКИ, 1985. – С. 79–94.

# Секція 8.
# ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

УДК 004.056.52

## ФОРМУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО БІОМЕТРИЧНОГО ЕТАЛОНУ ДЛЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА БАЗІ РИТМУ НАБОРУ ПАРОЛЮ

**Автори:** Блінцов О.В., Корицький В.І., Табаков Є.М.,
*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова*

На сьогоднішній день активно використовуються автоматизовані системи обробки та збереження інформації, в тому числі інформації з обмеженим доступом. Отримання такої інформації сторонніми особами може призвести до небажаних наслідків. Тому, актуальною є задача розробки систем контролю доступу (СКД) до автоматизованих систем та їх ресурсів.

Все більшої популярності набуває використання у складі СКД методу автентифікації користувача на базі ритму набору ним парольної фрази на клавіатурі. Даний метод автентифікації є відносно простим в реалізації та не потребує спеціалізованого апаратного забезпечення. При цьому для винесення рішення щодо автентичності певного користувача може бути використана міра Хеммінга або Евклідова відстань [1]. Суттєвим недоліком даних підходів є жорстке розмежування множини значень кожного біометричного параметра на достовірні та хибні, що може призвести до виникнення помилок першого та другого роду. В зв'язку з цим пропонується процедуру автентифікації реалізовувати з використанням в якості біометричного еталону (БЕ) користувача штучної нейронної мережі (ШНМ).

Для формування БЕ було розроблено програмний продукт, блок-схему алгоритму якого зображено на рис. 1. Робота програми починається із введення зареєстрованим користувачем заздалегідь визначеної парольної фрази кілька разів. При введенні парольної фрази програма оцінює проміжки між натисканням пар клавіш та формує відповідну функцію від часу. Наступним етапом є формування векторів біометричних підписів (БП) зареєстрованого користувача. Даний крок необхідний для перетворення функцій від часу, отриманих на попередньому етапі, до векторів параметрів, які є зручними для аналізу. Процедура формування векторів БП полягає у виконанні над вхідними векторами ортогонального перетворення Хаара. По закінченні да-

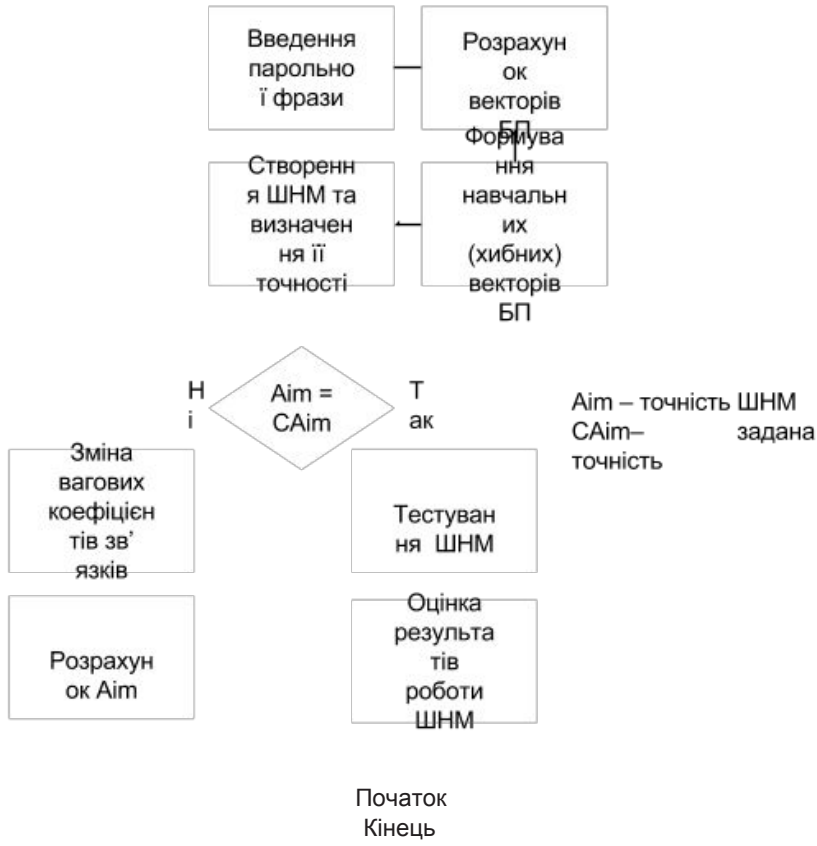



**Рис. 1.** Блок-схема алгоритму програми для формування біометричного еталону

ного етапу програма формує вектори БП для неавторизованого користувача. Дані вектори необхідні для навчання БЕ.

Наступним етапом є створення нейромережевого БЕ та його навчання. Процес навчання є циклічним та виконується до моменту досягнення параметром середньоквадратичної похибки Aim бажаного значення CAim. По закінченні процесу навчання створеної ШНМ програма виконує тестування біометричного еталону та оцінку якості його роботи.

В ході досліджень виявлено, що найбільш ефективною в задачі автентифікації є нейронна мережа з прямим розповсюдженням сигналу. Навчання нейромережевого еталону виконувалось за допомогою методу градієнтного спуску.

Також в ході досліджень було виконано моделювання роботи біометричного еталону на базі мереж прямого розповсюдження сигналу з різними структурами та визначено наступні характеристики БЕ: частоту виникнення помилок першого роду (FRR), частоту виникнення помилок другого роду (FAR), середньоквадратичну похибку обчислення нейронною мережею результату процесу автентифікації (σ) та інтегральну похибку (M),

Табл. 1. Порівняння нейромережевих біометричних еталонів

| Характеристика / Тип мережі | FRR, % | FAR, % | M | σ |
|---|---|---|---|---|
| Персептрон | 58 | 0 | 0,580 | 0,539 |
| Прямого розповсюдження | 2 | 8 | 0,076 | 0,210 |
| Рекурентна | 76 | 10 | 0,830 | 0,543 |
| Регресійна | 58 | 2 | 0,594 | 0,329 |
| Радіально-базисна | 66 | 0 | 0,660 | 0,560 |

яка враховує важливість FAR та FRR. Інтегральну похибку M розраховано за методикою [2]. Результати розрахунків зведено до табл. 1.

Найкращі результати показала система на базі мережі з прямим розповсюдженням сигналу. В даному випадку інтегральна похибка роботи системи M та середньоквадратична похибка σ є найменшими. Хоча частота виникнення помилки другого роду є досить великою (8%) мережу даного типу можна використати в якості біометричного еталону.

**Висновок**

Реалізовано програмне забезпечення для формування та оцінки якості нейромережевого біометричного еталону користувача для СКД на базі ритму набору паролю. В ході досліджень виявлено, що найефективнішою для реалізації біометричного еталону є ШНМ з прямим розповсюдженням сигналу без зворотних зв'язків. Запропонований еталон може бути покладений в основу програмного забезпечення СКД на базі ритму набору паролю.

**Література**:

1. **Брюхомицкий Ю.А., Казарин М.Н.** Учебно-методическое пособие по циклу лабораторных работ «Исследование биометрических систем динамической аутентификации пользователей ПК по рукописному и клавиатурному почеркам» по курсу «Защита информационных процессов в компьютерных системах». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 38с.

2. **Костюченко Е.Ю.** Обработка естественной информации на основе аппарата нейронных сетей [Текст] / Е.Ю. Костюченко // Доклады ТУСУРа. – Томск, 2009 - № 1 (19), Ч.2. – с. 54-56.

УДК 004.056.55

# ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ШВИДКОДІЇ СУЧАСНИХ БРАУЗЕРІВ ДЛЯ ЗАДАЧ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ

**Автор:** Самойленко Д. М.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Популярність сучасних мережних технологій та відсутність єдиного підходу до забезпечення шифрування даних у відкритому каналі засвідчує актуальність досліджень переваг та недоліків використання криптографічних перетворень у мережних програмних продуктах. Додатково, доцільність досліджень визначається відсутністю єдиного браузера, як інструменту мережних комунікацій. Наявність кількох популярних продуктів від різних виробників встановлює необхідність їх порівняльного аналізу.

Одне з найбільш популярних рішень, - використання протоколу HTTPS, - має ряд недоліків. По-перше, протокол передбачає безумовну довіру третій стороні – центру сертифікації, по-друге, отримання сертифікату не є безкоштовним, по-третє, здійснюється шифрування усього трафіку, що збільшує навантаження на процесор, а також вимагає наявності відповідних програмних модулів у клієнта та сервера.

Для переважної більшості випадків криптографічне перетворення усього трафіку не є доцільним. Як правило, інформативне наповнення мережного інформаційного ресурсу містить загальнодоступну відкриту інформацію, шифрування якої непотрібне. Однак, для певних елементів, на зразок логіну-паролю чи номеру платіжної карти, бажано здійснити перетворення перед передачею відкритим каналом. При цьому висока надійність захисту може бути забезпечена відносно нескладним криптографічним перетворенням за рахунок того, що довжина паролю (криптографічного ключа) стає порівняною з довжиною тих даних, що перетворюються.

Абсолютна надійність захисту (схема Вернама) досягатиметься при збігу довжини даних та паролю, за умови, що пароль є випадковим (без внутрішніх закономірностей). Тобто для надійного захисту номеру кредитної карти достатньо 12 символів паролю, або 96 біт (для ASCII кодування). Слід зазначити, що спосіб «змішування» даних з паролем при цьому на якість захисту не впливатиме. Іншими словами, вибір криптографічного алгоритму може бути здійснений з міркувань максимальної швидкодії. Для порівняльного аналізу швидкодії шифрування було обрано 8 сучасних браузерів, наведених у табл. 1. Слід зазначити, що різні аналітичні компанії і групи наводять різні дані щодо рейтингу їх використання. Так, статистика по Україні за даними досліджень [1-3] містить відмінності у 7 разів (для Internet Explorer) та 16 разів (для Opera).

Окрім кількісних, наявні якісні відмінності. Наприклад, у [3] Internet Explorer вважається найпопулярнішим, у [2] до п’ятірки лідерів потрапив Yandex Browser. Для більшої об’єктивності у таблиці 1 зазначені результати різних оцінок популярності.

Браузери Maxthon Cloud Browser та SRWare Iron були додані до об’єктів дослідження завдяки потраплянню до топ-рейтингу найшвидших браузерів

за даними дослідження [4]. Очевидно, це спровокувало інтерес до перевірки збереження подібних тенденцій для задач шифрування даних.

Обрані для дослідження криптографічні перетворення відповідали різним способам шифрування: 1) перестановочний (транспозиційний) шифр вибраний по схемі переставляння квадратом, пароль визначає спосіб перестановки; 2) потоковий (бітовий) шифр обраний у реалізації RC4; 3) блочний (бітовий) шифр вибраний як стандартизований AES, 4) текстовий шифр реалізовано за схемою Віженера.

Бітові шифри RC4 та AES були впроваджені за допомогою вільної бібліотеки кодів CryptoJS від Google. Шифри транспозиції та Віженера реалізовані як окремі процедури у відповідності до базових описів їх функціональності. Час виконання одного циклу шифрування текстового блоку розміром 150 символів зведено у таблиці 1.

З аналізу даних табл. 1 можна зазначити наступне. Час виконання однієї і тієї ж процедури шифрування різними браузерами відрізняється досить суттєво. Найбільш помітні відмінності спостерігаються для найшвидшого алгоритму транспозиції – у понад 13 разів. Можна припустити, що для таких швидких алгоритмів визначальними для часу роботи є процеси запуску самих функцій. Відтак, логічно припустити наявність чотирьох технологій їх реалізації у відповідності до відмінностей у часі роботи. Відмінності у часі виконання бітових алгоритмів менш суттєві, проте, сягають величини у майже 3 рази. Всупереч висновкам [4] найбільшу швидкість бітового шифрування демонструє Apple Safari з суттєвою перевагою. Більш того, певне друге місце обіймає Internet Explorer, залишаючи «найшвидшим» браузерам лише сумнівне третє місце, поділяючи його у межах похибки з Opera.

Аналіз текстового алгоритму Віженера призводить до висновків, протилежних до бітових алгоритмів. Так Apple Safari демонструє найгірший час – майже удвічі більший за наступний по рейтингу. Internet Explorer зберігає перевагу, але на перше місце виходить Maxthon Cloud Browser, підтверджуючи висновки [4].

**Таблиця 1** – Час виконання криптоперетворень різними браузерами (мс).

| | Перетворення | | | | Популярність, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Квадрат | RC4 | AES | Віженера | [1] | [2] | [3] |
| Google Chrome | 0,026 | 1,14 | 1,28 | 1,53 | 61,0 | 44,15 | 19,34 |
| Internet Explorer | 0,35 | 0,61 | 0,94 | 0,87 | 8,0 | 9,71 | 58,38 |
| Mozilla Firefox | 0,049 | 0,81-1,67 | 1,0-1,8 | 1,00 | 23,6 | 19,41 | 15,54 |
| Apple Safari | 0,085 | 0,41 | 0,54 | 2,91 | 3,7 | - | 5,28 |
| Opera | 0,028 | 0,82 | 0,99 | 1,49 | 1,6 | 16,35 | 1,05 |
| Yandex Browser | 0,028 | 1,01 | 1,21 | 1,33 | - | 4,1 | - |
| Maxthon Cloud Browser | 0,027 | 1,07 | 1,45 | 0,80 | - | - | - |
| SRWare Iron | 0,028 | 0,82 | 0,98 | 1,54 | - | - | - |

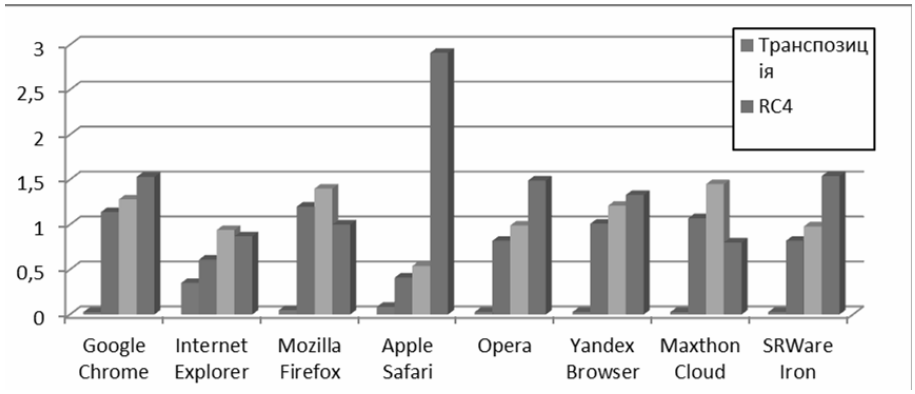



**Рис. 1.** Діаграма часів виконання перетворень різними браузерами

Особливу увагу звертає на себе поведінка браузера Mozilla Firefox. Для бітових алгоритмів RC4 та AES спостерігається сильна гіперлінійна залежність часу виконання від кількості циклів шифрування. Для 100 повторень процедури шифрування RC4 необхідно близько 81 мс часу (час на один цикл – 0,81 мс), тоді як для 1000 повторень необхідно 1670 мс (один цикл – 1,67 мс). Подібна поведінка простежується і для інших кількостей повторень, формуючи гіперлінійну залежність (з позитивною другою похідною). Слід зауважити, що для алгоритмів переставляння та текстової заміни подібного ефекту не спостерігається. Як пояснення, можна припустити вплив засобів моніторингу тривалих кодів, проте, відсутність їх впливу для текстових алгоритмів може або свідчити про їх селективність для бітових операцій, або про невірність припущення.

На рис. 1 наведено порівняльну діаграму даних з табл. 1, що дозволяє візуально порівнювати швидкодію браузерів для задач шифрування.

**Висновки.** Проведено аналіз часу виконання криптографічних перетворень різного типу сучасними популярними браузерами. Показано ряд особливостей у їх швидкодії для задач шифрування.

**Література.**

1 Рейтинг интернет браузеров [Май 2015] [Електронний документ] / SD Company / Режим доступу http://sd-company.su/article/browsers/rating-browsers-russia

2 Top 5 Desktop, Tablet & Console Browsers in Ukraine [www document] / StatCounter Global Stats. Accessed from http://gs.statcounter.com/#browser-UA-monthly-201503-201505-bar

3 Internet Explorer – лідер серед інтернет-браузерів у 2014 році [Електронний документ] / Basic Group. Режим доступу http://basicgroup.ua/internet-explorer-leader-among-internet-browsers#

4 Рейтинг швидких та економних браузерів [Електронний документ] / Сім червоних ліній. Режим доступу http://vikont.wix.com/rika#!1--1/cnq1

# СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ СУІБ СУДНА

**Автори:** Баронова О.А., Кабачек О.Д.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна*

Безпека є основною якістю, необхідною для всіх видів транспорту. Особливе значення вона набуває в морському судноплавстві. Значні розміри морських суден, зростання швидкостей руху, збільшення інтенсивності руху на морських шляхах, плавання суден у складних метеорологічних умовах та інші причини роблять проблему безпеки мореплавання найбільш пріоритетною і актуальною при оцінці сучасного стану і розвитку морського судноплавства. Міжнародні та національні організації регулярно проводять аналіз причин і наслідків морських аварій, публікують статистику морських аварій, класифікує їх по видах аварійних ситуацій та по причинам їх виникнення, але прийняті класифікації не дозволяють виявити, які з них пов'язані з порушеннями інформаційної безпеки на морському транспорті. За всіма виявленими причинами загибелі суден повинні поводіться більш глибокі систематичні дослідження, спрямовані на скорочення факторів, які їх викликають. Враховуючи підвищення ролі інформації в керуванні сучасним судном, одним із шляхів підвищення ефективності експлуатації і безпеки морського судна є вдосконалення методів переробки інформації із забезпеченням інформаційної безпеки.

Забезпечення інформаційної безпеки судна в достатній мірі можливо за умови створення системи управління інформаційною безпекою (СУІБ) судна відповідно до міжнародного стандарту ISO 27001 та автоматизації її.

Основна мета роботи - підвищення ефективності управління інформаційною безпекою на судах за рахунок врахування особливостей побудови СУІБ судна і інтеграції її з системою управління безпекою судна(СУБ) та СУІБ судноплавної компанії.

Сучасне морське судно як об'єкт управління є складною організаційно-технічною структурою. У першу чергу це пов'язано з підвищенням ступеня автоматизації, інформатизації на судах, з інтеграцією в єдину систему різнорідних систем, що забезпечує управління судном з ходового містка одним оператором

У зв'язку із збільшеною автоматизацією суден і, як наслідок, зниженням чисельності екіпажів, виникає цілий ряд проблем, значно впливають на безпеку судноплавства. Суміщення обов'язків, збільшення психологічних навантажень, викликаних, зокрема, безперервною взаємодією з великим числом автоматизованих приладів, призводять до накопичення втоми і сприяють виникненню помилок при прийнятті рішень.

Створення СУІБ судна вимагає системного підходу з урахуванням всіх особливостей судна як ОІД. Необхідно розглядати СУІБ судна як елемент СУІБ судноплавної компанії і як елемент СУБ судна. Крім того необхідно

враховувати, що побудова СУІБ судна включає всі етапи життєвого циклу судна від проектування до утилізації. Необхідно обґрунтування критеріїв, які дозволять оптимізувати СУІБ[1].

Для підвищення ступеню безпеки судна відповідно до Міжнародного кодексу з управління безпекою (МКУБ) на судах створюють системи управління безпекою (СУБ). Одним з основних стратегічних пріоритетів розвитку морської галузі України , які зазначені в Морський доктрині України є підвищення безпеки судноплавства шляхом імплементації документів Міжнародної морської організації (ІМО) щодо безпеки судноплавства та охорони навколишнього (природного) середовища.

Таким чином, СУІБ судна доцільно інтегрувати з СУБ. В узагальненому вигляді для створення ефективної СУІБ судна вирішені наступні завдання:

- проведений аналіз елементів СУБ судна;
- проведений аналіз елементів СУІБ судноплавної компанії;
- проведений аналіз елементів СУІБ судна;
- визначений перелік співпадаючих повністю або частково елементів СУБ та СУІБ судна і СУІБ судноплавної компанії;
- визначені критерії , за якими можливо інтегрувати елементи СУБ і СУІБ;
- розроблена інформаційна модель інтегрованої СУІБ судна і загальна структура автоматизованої системи інформаційно-аналітичної підтримки СУІБ судна [2]..

Визначення критеріїв вибору методів супроводу, моніторингу та управління ризиками, управління інцидентами інформаційної безпеки на судах, створення механізму та умов оперативного реагування на загрози на основі правових, організаційних і технічних заходів і засобів забезпечення безпеки є важними етапами розробки системи підтримки прийняття рішень з управління інформаційною безпекою в судноплавної компанії та на судні. ***Для виконання цих завдань та впровадження СУІБ суден і судноплавних компаній необхідно розробити та ввести в дію нормативні документи з інформаційної безпеки об'єктів морської інфраструктури, розробити детальні методики створення та впровадження СУІБ***

**Список літератури**

1. **Баронова О.А.** Сучасні завдання інформаційної безпеки судна як інтелектуальної споруди // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми інформаційної безпеки на транспорті». – Миколаїв: НУК, 2011.- С.28-30.

2. **Баронова О.А., Штефан Д.Ю., Швецов В.М.** Інформаційна модель автоматизованої системи управління інформаційною безпекою судна// Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми інформаційної безпеки на транспорті». – Миколаїв: НУК, 2013.- С.51-53.

УДК 621.397:629.[5.066.1 : 584] : 535.3

# ЗБІЛЬШЕННЯ КУТА ЗОРУ ВІДЕОСИСТЕМИ ПІДВОДНОГО АПАРАТА.

**Автори:** Бабкін Г. В., Касьянов Ю. І., Самойленко Д. М.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Типова відеосистема (ВС) сучасного підводного апарата (ПА) забезпечує вирішення ряду задач [1], серед яких головними можна вважати моніторинг підводної обстановки, дистанційно керованим апаратом, створення систем підводної навігації.

Особливістю більшості ВС ПА є використання відео пристроїв (в основному, відеокамер), спроектованих для роботи у повітрі, в умовах підводної зйомки. При цьому сам пристрій розміщується в повітряному середовищі герметичного міцного корпуса за склом, що захищає від дії води та забезпечує оптичну прозорість [2].

Захисне скло за умов високих підводних тисків має значну товщину, що вносить суттєві корективи у оптичні параметри ВС ПА. У роботі [3] показано ступінь впливу плоского скла на параметри оптичного тракту ВС. Зокрема, відзначена неможливість одержати кут зору у воді більший за 97,50 для максимально ширококутного об'єктиву ВС. Останнє, з одного боку засвідчує неефективність встановлення у ВС ПА коштовних ширококутних об'єктивів та, з іншого боку, засвідчує актуальність досліджень, спрямованих на збільшення поля зору ВС ПА.

За необхідності отримання широкого кута зору ВС ПА у воді необхідно вживати додаткові заходи, зокрема, з модифікації геометрії захисного скла. Розглянемо хід оптичного променя у склі, що має сферичну порожнину (рис. 1). Точка А відповідає положенню вхідної апертурної точки ВС. Граничний промінь, що задає поле зору ВС ПА формується траєкторією A-B-C. Точка О позначає центр сфери радіуса R, що утворює порожнину. Кути нахилу променя до різних поверхонь позначені поблизу точок заломлення. Основними практично-інформативними кутовими величинами є кути, що визначають поле зору ВС ПА: $\varphi_1$ –у повітрі та $\varphi_3$ – у воді.

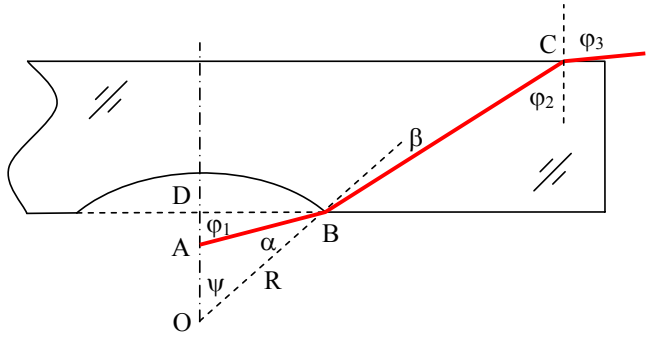



**Рис. 1.** Оптичний тракт ВС ПА та хід граничного променя

**Таблиця 1** – Параметри ВС ПА зі збільшеним кутом зору

| Кут зору ВС ПА у воді, $2\varphi_3$ | Відступ вх. апертури DA, мм | R, мм | Діаметр проточки на склі, 2DB, мм | Товщина пластини, мм |
|---|---|---|---|---|
| 1700 | 1 | 27.44 | 22.86 | 18.49 |
| | 2 | 55.00 | 45.72 | 21.00 |
| 1800 | 1 | 26.83 | 22.86 | 18.55 |
| | 2 | 53.66 | 45.72 | 21.10 |

З урахуванням геометричних співвідношень, а також законів заломлення було проведено серію розрахунків. Варіативними вхідними параметрами задавались бажаний кут зору ВС ПА у воді ($2\varphi_3$), а також відстань між вхідною апертурою ВС та площиною скла (DA). Останній параметр відповідав розміщенню об'єктиву ВС «впритул» до захисного скла з урахуванням того, що безпосередній контакт зі склом має оправа лінзи, тоді як точка вхідної апертури віддалена від площини скла на 1 2 мм. Незмінним вважався кут зору об'єктиву ВС у повітрі – $2\varphi_1$=1700.

При розрахунках ходу променя використано наступні значення показників заломлення: n1=1 (повітря); n2=1,55 (скло типу крон); n3=1,33 (морська вода). Додатково вимагалось, щоб у найтоншому місці товщина захисного скла була не меншою за 16 мм з міркувань достатньої міцності [3]. Результати зведені до табл. 1.

Як видно з табл. 1 параметри досить суттєво залежать від положення вхідної апертури. Тим не менш, виконання сферичної проточки (порожнини) дозволяє не лише зберегти початкове поле зору об'єктиву (1700), а й розширити його на повний огляд. При цьому проточка у найгіршому випадку становить близько 4,5 см у діаметрі, що є цілком прийнятним для захисного скла діаметром 80-100 мм.

**Висновки** Оброблення захисного скла ВС ПА шляхом утворення сферичної порожнини дозволяє збільшити кут огляду до довільного значення. Проведені розрахунки надають практичні рекомендації до зазначеної обробки.

## Література

1. **Блінцов В.С.** Експериментальні дослідження відеосистеми телекерованого підвод¬ного апарата для захисту акваторій [Текст] / Блінцов В.С., Блінцов О.В., Касьянов Ю.І.,. Клименко П.Г, Красюк О.М., Трибулькевич С.Л. - Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, №6 (136), 2009, Ч. 1. с. 313-316

2. **Бабкин Г.В.** Модернизация видеосистемы подводно-технического комплекса «Атлеш» [Текст] / Г.В. Бабкин, С.Л. Трибулькевич. - Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю Підводна техніка і технологія. – Миколаїв: НУК. – 2012 р.

3. **Бабкін Г. В.** Вплив захисного скла на оптичні параметри відеосистеми підводного апарата. [Текст] / Бабкін Г. В., Касьянов Ю. І., Самойленко Д. М.//

Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2013. – с. 161-165.

УДК 004.056.53: 534.836.2

# КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**Автори:** Нужний С.М., Ракутіна Л.О.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Задача ідентифікації транспортних засобів, які мають намір в'їхати/виїхати в контрольовану зону (КЗ) та або переміщуватись по КЗ є однією з базових для систем контролю доступу. Найбільш показовими є пропуск в зону проведення АТО. Також проблема з контролем транспортних засобів, що несанкціоновано потрапляють в заповідники та на окремі території.

Зазвичай задача вирішується традиційно – створюються контрольно-пропускні пункти та мобільні патрулі. Такий підхід є опробований часом, однак має ряд суттєвих недоліків – від звичайного суб'єктивізму до можливості скритного проникнення в КЗ зловмисника поза зоною спостереження.

Вирішенням вказаної проблеми є створення комплексної системи контролю доступу. В найбільш повному обсязі прикладом її вирішення, в наш час, є комплекси, які використовуються прикордонні підрозділи, в тому числі України. Однак, і в такій системі є вразливі місця – вони засновані на використанні відеосистем контролю (в видимому та інфрачервоному діапазонах) та радіолокаційних систем. Їх використання має як значні переваги так і створює нові фактори ризику.

Останнім часом, в наукових колах та середовищі фахівців знову значну увагу почали приділяти акустичним системам як засобам, які здатні з високою достовірністю ідентифікувати джерело сигналу.

Разом з цим, в сучасних умовах, неможливо розраховувати на створення ефективної системи контролю доступу в КЗ при використанні одного параметру.

В даній роботі розглядається питання проектування комплексної системи автентифікації об'єктів, ідентифікація яких буде проводитися за радіочастотною міткою та унікальним акустичним сигналом в умовах зовнішнього зашумлення.

Загальна структурна схема запропонованої системи зображена на рис. 1.

В спрощеному вигляді, система працює наступним чином – при потраплянні RFID-мітки (1), встановленої на транспортному засобі, в зону дії зчитувача (2), вона надсилає ідентифікаційні дані до нього, які через перетворювач інтерфейсів (3) надходять до точки доступу (4) і далі до АРМ (5). Якщо номер мітки є в базі, то через блок зв'язку вмикається мобільний блок, який є периферійним обладнанням. Починається процес запису сигналу – на-

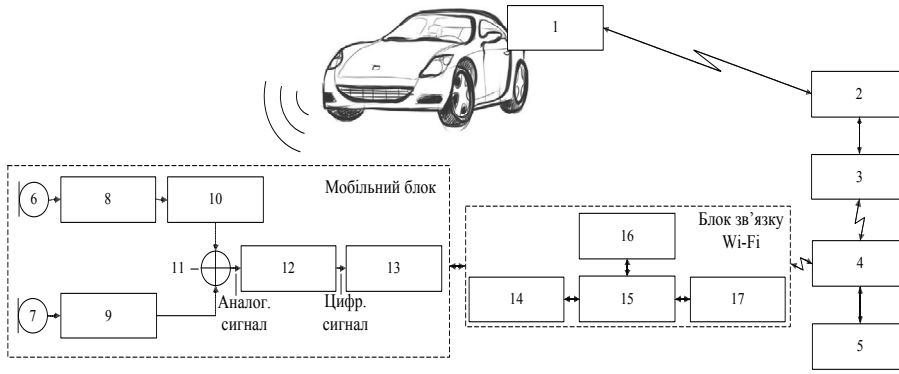



**Рис. 1.** Структурна схема комплексної системи ідентифікації об'єктів

правлений мікрофон (6) забезпечує прийняття акустичних коливань транспортного засобу, які послідовно потрапляють на мікрофонний підсилювач (8), модуль фільтрації сигналу (10) і далі через комутатор (11) до цифрового сигнального процесору (DSP) (12), на виході якого після обробки сигналу отримуємо сигнал у цифровому вигляді. На наступному кроці сигнал потрапляє на модуль швидкого перетворення Фур'є (FFT) (13). В результаті на виході мобільного блоку сигнал цифровий і представлений у вигляді матриць «гармоніки-амплітуди». Цей сигнал передається в блок зв'язку, на точку доступу (4) та на АРМ (5), де починається перевірка автентичності – відповідності сигналу отриманого від мобільного блоку сигналу від RFID-мітки. В разі проходження процедури перевірки автентичності буде надано допуск транспортному засобу. При зашумленості сигналу буде надіслано запит на запис шуму навколишнього середовища та після отримання даних буде проведена фільтрація сигналу згідно з обраним типом фільтру не більше обраної кількості разів (Nзад). Якщо буде досягнуто значення Nзад – надійде команда про виклик фізичної охорони.

Блок зв'язку складається з наступних блоків: контролер (15), пам'ять (16), Wi-Fi-модуль (17), інтерфейси периферійного обладнання (14).

Система має відкриту структуру, тобто передбачає можливість доповнення її додатковими блоками іншого принципу ідентифікації, наприклад відеосистеми контролю, радіолокаційні системи та інші.

На рисунку 2 зображено головне вікно програми ідентифікації.

Запропонована система дає можливість виявити намагання зловмисників несанкціоновано потрапити в КЗ, в тому числі з використанням дублікату RFID-мітки та/або звукозапису акустичного сигналу автотранспортного засобу. Система має значні можливості для обмеженої кількості транспортних засобів.

Разом з цим, як видно з мети та задач, які повинна вирішувати комплексна система автентифікації транспортних засобів, є ряд питань, що мають значну наукову проблему:

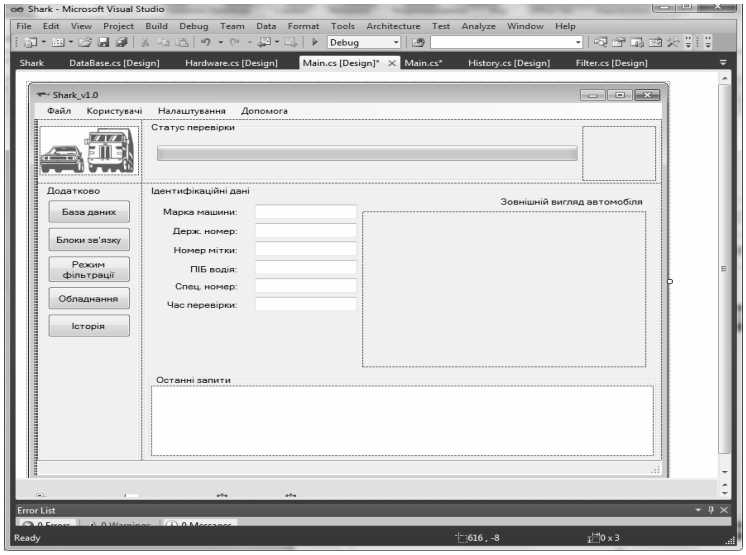



**Рис. 2.** Головне вікно програми (інтерфейс користувача)

– очистку акустичного сигналу від значного зашумлення (тип та параметри фільтру, принципи очистки і виділення корисного сигналу та інші);

– визначення параметрів акустичного сигналу (частотний діапазон, спектральний склад та інші).

## Список літератури:

1. **Ворона В. А., Тихонов В. А.** Системы контроля и управления доступом. - М.: Горячая линия- Телеком, 2010. - 272 е.: ил.

2. Системы контроля и управления доступом (СКУД) [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://sota.org.ua/ru/system/kontrol-dostupa, заголовок з екрану.

3. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА (СКД) [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://luis.ru/catalog/equipment/p157/ , заголовок з екрану.

4. **Тананаев, Д.Д.** Методика выделения из шума сигнала с целью определения эксплуатационного состояния технического объекта [текст] /Д.Д. Тананаев // XXVII Международная научно-практическая конференция «Наука и современность – 2014» – Новосибирск, 2014 г. – С. 169-173.

5. **Воронцов, А.Г., Дегтяренко, И.В.** Система виброакустического контроля технического состояния машин возвратно–поступательного действия [Текст] / А.Г. Воронцов, И.В. Дегтяренко // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Серия: Вычислительная техника и автоматизация, выпуск 20. – Донецк: ДонГТУ. – 2000. – С. 31–38.

УДК 004.056

# НЕЧІТКА НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

**Автор:** Турти М.В.,
*Національний університет кораблебудування іменин адмірала Макарова*

**Вступ.** В складних автоматичних системах управління і системах штучного інтелекту, які застосовуються для управління технологічними процесами і технічними пристроями, на даний час одним із найбільш поширених і ефективних технічних рішень є штучні нейронні мережі (НМ). Побудова систем захисту інформації може здійснюватися методами ы засобами нечіткої логіки [1] на різному теоретичному підґрунті [2]. Відомі нечіткі нейронні мережі з прямим розповсюдженням сигналів, призначені для моделювання функціональної залежності $Y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, де $x_i$, $i = \overline{1, n}$ та $Y$ представляють нечіткі множини входів та виходу відповідно [3]. Такі нейронні мережі можуть використовуватися в системах нечіткого управління технічними засобами захисту інформації, однак вони передбачають наявність досить складних процедур навчання і отримання висновку,

**Метою** даної роботи є спрощення процедур навчання нейронної мережі та процедур отримання висновку

**Основна частина**. Для досягнення поставленої мети пропонується використовувати нечітку нейронну мережу [4], яка має чотири шари і оперує нечіткими множинами входів і виходу з монотонними нормальними функціями належності (ФН). Як нечітка множина враховується її частка під назвою «нечіткий фрагмент» (НФ), який охоплює частку нечіткої множини в межах зростання числового значення відповідної ФН.

Перший шар НМ має на кожний НФ один нейрон (всього $n$ нейронів), який складається лише з активаційної функції і має один вхід та один вихід, сигнал на якому дорівнює «1» в разі потрапляння сигналу входу в межі відповідного НФ і «0» в іншому випадку.

Кількість нейронів $m$ у другому шарі НМ дорівнює загальній кількості інформаційних модулів нейронної мережі, кожний з яких складається з гіпероб'єму, обмеженого по всіх входах відповідними значеннями нечітких фрагментів і має $n$ входів, до яких підімкнуті виходи нейронів першого шару з ваговими коефіцієнтами «1», що в сукупності формують для кожного нейрона другого шару власний інформаційний модуль.

Третій шар НМ складається з $m$ нейронів без активаційної функції, що мають $n+2$ входів:

керуючий вхід з ваговим коефіцієнтом «1», до якого увімкнений вихід відповідного нейрону другого шару;

нульовий вхід з ваговим коефіцієнтом $w_0^{m_0}$, до якого подається постійна вхідна величина $x_0 = 1$;

$n$ координатних входів з ваговими коефіцієнтами $w_i^m$, на які подаються значення змінних $x_i$ входів НМ.

На виході третього шару НМ отримується значення вихідної функції $j$-ого, $j=1,m$ інформаційного модуля в разі зміни вхідних змінних $x_i, i=1,n$ в межах $j$-ого інформаційного модуля, або «0» в іншому випадку.

Четвертий шар НМ складається з одного нейрона без активаційної функції з $m$ входами, що мають рівні одиничні вагові коефіцієнти, до яких увімкнені виходи нейронів третього шару. Вихід четвертого шару є виходом НМ і видає суму виходів всіх нейронів інформаційних модулів третього шару.

Дана НМ має лише один шар для навчання, яке може здійснюватися за правилом Відроу-Хоффа, але дозволяє розв'язувати складні задачі управління, навчати та перенавчати систему в процесі роботи.

**Висновки.** Представлена в роботі НМ дозволяє спростити модуль нечіткого управління за рахунок спрощеного опису ФН, видалення модуля дефаззифікації, бази правил. В результаті спрощуються і стають менш тривалими операції отримання висновку, а також знижуються вимоги до обчислювальних ресурсів, що важливо для мобільних пристроїв, що працюють в режимі реального часу.

**Список літератури:**

**Корченко А. Г.** Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения. – К.: "МК-Пресс", 2006. – 320 с.

**Турти М.В.** Теорія однозначних нечітких систем та нейронні мережі: Монографія. Частина 1.- Миколаїв: Вид-во Європейський університет, Миколаївська філія, 2007.-140 с.

**Штовба С.Д.** Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику /С.Д.Штовба [Електроний ресурс].- Режим доступу: http://matlab.exponenta.ru/fuzzyligoc/bookl/index.php

**Патент на корисну модель UA №97763** Нечітка нейронна мережа /Кутковецький В.Я., Турти М.В.- G 06 N 3/02 (2006.1), G 06 N 7/02 (2006.1). – Бюл.№7,- 10.04.2015.

УДК 681.5

## ОБ УСТОЙЧИВОСТИ НАБЛЮДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

**Авторы:** Хлопенко Н.Я., Гаврилов С.А., Хлопенко И.Н.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Для бездатчикового управления электроприводов используются наблюдатели состояния. Их синтез обычно выполняют известным из классической теории управления подходом [1]. Вместе с тем возможен другой подход синтеза наблюдателей состояния системы, основанный на применении теории линейных матричных неравенств и эффективных алгоритмов их решения

[2]. Основоположником этого подхода является А.М. Ляпунов [3]. Сам термин «матричное неравенство» был введен в обиход В.А. Якубовичем в 1962 г. Впоследствии этот аппарат был развит им в ряде работ. Роль В.А. Якубовича в создании теории линейных матричных неравенств общепризнана.

Важное значение для развития теории линейных матричных неравенств имела работа Е.С. Пятницкого и В.И. Скородинского [4]. В ней было показано, что такие неравенства сводятся к задачам выпуклой оптимизации. Начиная с 80-х годов прошлого столетия появились работы Ю.Е. Нестерова и А.С. Немировского [5]. В них были предложены эффективные процедуры выпуклой оптимизации. Эти процедуры и их модификации стали использоваться для решения различных задач линейных матричных неравенств. Со временем линейные матричные неравенства оказались весьма плодотворным аппаратом исследования многих задач по теории управления и теории систем. Этот аппарат до сих пор является мощным средством для решения новых задач управления. Синтез таким подходом наблюдателей состояния в системах управления электроприводов является предпочтительным. В такой постановке данная задача принадлежит к классу задач выпуклого программирования, так как ее решение сводится к разрешимости системы линейных матричных неравенств. Современное программное обеспечение позволяет решать такого рода задачи [6].

*Целью работы* является построение методики синтеза устойчивого к внешним возмущениям наблюдателя состояния автоматизированного электропривода.

Для построения методики синтеза устойчивого наблюдателя запишем уравнения состояния и выхода электропривода в матричной форме [1]:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu;\ y = Cx. \tag{1}$$

В этом уравнении матрицы $A$ и $B$ зависят от типа электрической машины, а матрица $C$ определяется выходной координатой системы управления, в частности, угловой скоростью ротора.

Нетрудно установить по [1], что для современных систем управления с различными типами двигателей пара ($A$, $C$) полностью наблюдаема. Поэтому можно построить наблюдатель полного порядка для управляемой системы (1). Его математическая модель имеет вид [1]:

$$\frac{d\hat{x}}{dt} = A\hat{x} + Bu + G(\hat{y} - y);\ \hat{y} = C\hat{x}, \tag{2}$$

где $G$ – матрица коэффициентов усиления наблюдателя; $\hat{x}$, $\hat{y}$ – оцененные значения фазового вектора $x$ и вектора выхода $y$.

Найдем уравнение ошибки $e = \hat{x} - x$ наблюдателя. Для этого вычтем из уравнения наблюдателя (2) уравнение объекта (1). Тогда получим

$$\frac{de}{dt} = A_c e, \tag{3}$$

где $A_c=A+GC$.

Из этого уравнения следует, что при устойчивом наблюдателе ошибка стремится к нулю на установившемся режиме работы двигателя.

Определим матрицу $G$ коэффициентов усиления наблюдателя, при которых замкнутая система (3) устойчива по А.М. Ляпунову.

Введем квадратичную функцию А.М. Ляпунова

$$v(e)=e^TVe,$$

где $V$ – положительно определенная симметричная матрица.

Определим производную

$$\dot{v}(e)=\dot{e}^TVe+e^TV\dot{e}=e^T\left(A_c^TV+VA_c\right)e.$$

Для устойчивой системы должно выполняться условие А.М. Ляпунова $\dot{v}(e)<0$ для всех $e\neq0$. Этому условию соответствует неравенство

$$A_c^TV+VA_c<0.$$

Перепишем это неравенство в виде

$$A^TV+C^TG^TV+VA+VGC<0.$$

Умножая справа и слева обе части полученного неравенства на $V^{-1}$ и введя обозначение $Y=V^{-1}$, будем иметь

$$YA^T+AY+YC^TG^T+GCY<0. \qquad (4)$$

Решение неравенства (4) обычно проводится в среде пакета MATLAB с применением функции *feasp* [6]. В процессе вычислений рассчитывается матрица коэффициентов усиления $G$, обеспечивающая устойчивость наблюдателя состояния.

***ВЫВОДЫ.*** На базе теории линейных матричных неравенств разработана методика синтеза устойчивого наблюдателя состояния для автоматизированного электропривода. Она гарантируют стремление ошибки наблюдателя к нулю на установившемся режиме работы электрической машины.

## Список Литературы

1. **Хлопенко М.Я.** Оптимальне керування об'єктами: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.Я. Хлопенко, І.С. Білюк, В.В. Шевченко. – Миколаїв: НУК, 2013. – 172 с. 2. Баландин Д.В. Синтез законов управления на основе линейных матричных неравенств. / Д.В. Баландин, М.М. Коган. – М.: Физматлит, 2007. – 280 с. 3. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. – 472 с. 4. Pyatnitskii E.S., Skorodinskii V.I. Numerical methods of Lyapunov matrix construction and their application to the absolute stability problem // Syst. Control Lett. – 1982. – V. 2. – No. 2. – P.130-135. 5. Nesterov Y.E., Nemirovski A.S. Interior-Point Polynominal Algorithms in Convex Programmin: SIAM, 1994. 6. Чурилов А.Н. Исследование линейных матричных неравенств. Путеводитель по программным пакетам / А.Н. Чурилов, А.В. Гессен. – СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 148 с.

УДК 629

# ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ АВТОНОМНОЇ РАДІОГІДРОАКУСТИЧНОЇ СТАНЦІЇ

**Автор:** Войтасик А.М.,
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв*

Автономна радіогідроакустична станція (АРГАС) – це сукупність схематично і конструктивно поєднаних акустичних, електричних і електронних пристроїв та приладів за допомогою яких здійснюється прийом або випромінювання, чи прийом та випромінювання акустичних коливань у воді. Призначення таких станцій це виявлення, слідкування та визначення місця знаходження надводних суден, підводних човнів та плавців.

При виявленні будь-якої цілі, в залежності від налаштувань, радіобуй зв'язку (РБЗ) закріплений тросом до підводної лебідки піднімають на поверхню моря та виконують передачу радіосигналу до берегової станції. Після чого лебідка змотує трос опускаючи РБЗ до зазначеної глибини та робота продовжується.

На сьогоднішній день розробкою та виготовленням радіо- та гідроакустичних буїв займаються не лише всесвітньо відомі зарубіжні компанії, але і українські організації [1]. Проте вони виготовляються не досконалими як мінімум в двох напрямках.

По-перше, такі прилади ніяким чином не оптимізовані за конструкцією і технологією їх розгортання на морському дні та технологію їх згортання після відпрацювання власних ресурсів (необхідність ремонту чи заміни обладнання, планове технічне обслуговування, заряд акумуляторів та інше). Тобто на сьогоднішній день це модульна конструкція: перший модуль – це антенний модуль, другий приладово-енергетичний. Для забезпечення якісної роботи чутливого елемента дані модулі розташовуються на певній відстані один від одного. Хоча конструкція має конструктивні складнощі зразки таких систем вже працюють.

По-друге, такі прилади дуже вразливі с позиції виконання тральних робіт, зокрема при застосуванні риболовецьких тралів. РБЗ можна розташовувати на глибинах морського дна в 150 - 200 м. Для спрощення процесу роботи та економії електроенергії за допомогою підводної лебідки РБЗ розташовують під поверхнею моря, на глибинах порядку 20 м. Коли потрібно виконати передачу радіосигналу лебідкою видають необхідну довжину тросу. РБЗ діставшись поверхні моря передає радіосигнал, а потім за допомогою підводної лебідки його знову повертають до попередньої глибини. Таким чином РБЗ знаходиться під дією підводної течії. Також завжди існує вірогідність того, що промислові риболовні судна можуть його випадково зачепити.

В якості заходу по підвищенню безпечної експлуатації АРАГАС пропонується розробити систему підводного акустичного пеленгу. Застосування даної системи передбачає змінення вертикального положення РБЗ відповідно до рівня акустичних підводних шумів.

Основними джерелами морських підводних шумів є головні суднові двигуни та гребні гвинти, що застосовують на суднах [2]. Шум суднових двигунів та редукторів через корпуси та елементи механізмів, що мають зв'язки з корпусом судна, передаються в воду та поширюються в ній на суттєві відстані. Гвинтовий шум виникає за межами корпуса судна. При критичній частоті обертання гребного гвинта на окремих ділянках його лопатей тиск води знижується нижче гідростатичного і в рідині формуються порожнини, котрі заповнюються розчиненим в воді повітрям, перетворюючись на бульбашки різноманітних розмірів та концентрації. Потрапляючи до області підвищеного тиску, бульбашки різко сплескуються, що супроводжується інтенсивним шумоутворенням. Також суттєвим джерелом низькочастотного шуму судна є турбулентний шум, обумовлений пульсаціями швидкості та тиску в турбулентному потоці при обтіканні корпуса судна. При збільшенні швидкості обтікання інтенсивність турбулентного шуму суттєво збільшується, окрім того, він поєднується з кавітаційним.

Побудову системи підводного акустичного пеленгу можна реалізувати за допомогою гідрофона; аналізатора спектра та бортового комп'ютера. Гідрофон призначений для вимірювання рівня підводного шуму та перетворення акустичного тиску в воді в електричний сигнал. Аналізатор спектра необхідний для спостереження та вимірювання відносного розподілу енергії електричних (електромагнітних) коливань в смузі частот. Бортовий комп'ютер застосовується як система для збору, запису та обробки отриманих даних.

**Висновки**

Сформульовано технічні проблеми безпечного застосування автономних радіогідроакустичних станцій. В якості заходу по підвищенню безпечної експлуатації станції запропоновано розробити систему підводного акустичного пеленгу.

**Перелік літератури:**

1. **Меленко Ю.Я.** Основные направления разработок гидроакустической аппаратуры института Киевского научно-исследовательского института гидроприборов. [Електроний ресурс] / Ю. А. Меленко // ГП КНИИ Гидроприборов. – Киев, 2015 – Режим доступу: http://hydrodevices.kiev.ua/ru/

2. **Кузнецов М.Ю.** Характеристики гидроакустического шума научно-исследовательских судов ТИНРО-Центра, том 177 // М.Ю. Кузнецов, В.И. Шевцов, В.И. Поляничко. – Владивосток: Известия ТИНРО, 2014. – с. 235-256

УДК 629.584

# МОДУЛЬ АВТОМАТИЧНОГО ПРОКЛАДАННЯ МАРШРУТУ ПРИ РІЗНИХ ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ПІДВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

**Автор:** Сірівчук А. С.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Для ефективного використання прив'язних підводних систем (ППС) з інтелектуальною системою керування перш за все необхідно передбачити якісну та інформативну постановку задачі. Для цього розробляється інтерфейс користувача.

Однією з характеристик, які повинен вказати оператор, це режим роботи ППС. В даному режимі вказується, як ведеться моніторинг: робота з судна-носія на якірній стоянці, робота з судна на плаву або робота з берега. Цей параметр вказує перш за все на робочу зону ППС.

Так при роботі з судна на плаву система приймає за робочу зону всю площину зони обстеження, а також під час роботи сигналізує про необхідне переміщення судна носія. В даному режимі обмежуючим фактором може бути лише максимальна глибина занурення.

При роботі з судна-носія на якірній стоянці та при роботі з берега робоча зона характеризується, як половина еліпсоїда обертання ε:

$$\frac{x^2}{L_{\max}{}^2}+\frac{y^2}{H_{\max}{}^2}+\frac{z^2}{L_{\max}{}^2}=1$$

де $L_{max}$ – максимальна довжина віддалення ПА від судна-носія; $H_{max}$ – максимальна глибина занурення ПА. В такому разі якщо хоча б одна координата робочої точки тоді програма дає повідомлення, що ПА не може дійти до заданої контрольної точки.

Перш за все в інтерфейсі користувача задається режим руху ПА. Для цього необхідно обрати один з п'яти режимів: рух до точки, рух за заданим маршрутом, обстеження плоскої поверхні (горизонтальної, вертикальної або нахиленої), обстеження водної товщі та відносний рух.

В першому режимі руху оператору необхідно вказати координати точки об'єкта дослідження по GPS, а також висоту підводного апарата (ПА) над ґрунтом.

При русі за заданим маршрутом оператор задає послідовність контрольних точок маршруту ПА, а також висоту над ґрунтом в кожній з цих точок. В даному випадку маршрут буде представляти собою ламану лінію з вершинами в заданих точках.

Обстеження плоскої поверхні може бути двох типів: обстеження нерівної поверхні з постійним віддаленням (обстеження гідротехнічних споруд) або обстеження плоскої поверхні (наприклад карта змін температури води на заданій глибині). Для такого типу задач оператор задає координати діаметрально протилежних точок зони обстеження, а також кількість

кроків обстеження, а якщо необхідне обстеження негладкої поверхні або її характеристики невідомі, то необхідно також задати відстань обстеження від об'єкта до ПА.

Для визначення площини, яку необхідно обстежити, перш за все визначаємо найбільшу відстань між координатами по кожній осі. Після визначення осі, яка має найбільшу різницю координат, обираємо її головною (паралельно неї будуть будуватися повздовжні галси). Потім визначаємо відстань між галсами по іншим осям, відносно заданої кількості галсів n та заповнюється масив точок, розмір якого 2 n.

Для обстеження товщі води необхідно виконати обстеження площини при різних значеннях глибини. Таким чином, для обстеження простору користувачеві необхідно задати діаметрально протилежні точки зони обстеження $\bar{M}_0(X_{\text{п}},Y_{\text{п}},Z_{\text{п}})$, $\bar{M}_n(X_{\text{к}},Y_{\text{к}},Z_{\text{к}})$, а також кількість повздовжніх n1 та вертикальних галсів n2.

Маршрут, який задається в інтерфейсі користувача, не є остаточним, оскільки він не враховує можливі перешкоди, які зустрічаються на маршруті руху ПА.

Після побудови маршруту руху ПА на ділянці або в точці маршруту необхідно передбачити можливість режиму руху (зупинка, рух з постійною швидкістю тощо).

Таким чином, вихідним масивом інтерфейсу користувача є масив, що має вигляд M(X,Y,Z,A), де X,Y,Z – координати контрольних точок ПА; A – передбачена дія в кожній точці або проміжку (наприклад вимкнення вимірювального обладнання при русі між точками спуску ПА та початком маршруту обстеження).

Відносний рух не передбачає завчасно заданого маршруту, а маршрут будується в процесі руху ПА і створюється в модулі контролю місією. Даний режим руху використовується при обстежені рухомих або протяжних об'єктів, що можуть змінювати свій напрямок, а координати контрольних точок (точки зміни напрямку) невідомі.

УДК 681.518

## ВЫДЕЛЕНИЕ И КОДИРОВАНИЕ ПОЛИМЕТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЕГО ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕДАЧУ

**Автор:** Гудыма Е.А.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Современные полиметрические системы генерируют большое количество информации, которую необходимо передавать, хранить и обрабатывать. Вычислительные ресурсы, затрачиваемые на обработку полиметрического сигнала, в большой мере определяются размерностью сигнала (зависит как от представления данных сигнала, так и от его формы) – количества бит необходимых для его однозначного описания. Основные вре-

менные затраты на обработку связаны с недостаточной скоростью передачи цифровых сигналов, определяемой физическими свойствами каналов передачи информации. Как правило полиметрические сигналы, передаваемые по каналам связи, содержат много избыточной, а иногда и несущественной для текущей задачи информации. Кроме того, большая часть информации передается в неоптимальной с точки зрения компактности сообщений форме. При хранении большого количества полиметрических сигналов для постобработки целесообразно применять специальные алгоритмы сжатия. Поэтому актуальной задачей является применение и разработка наиболее эффективных подходов для сжатия передаваемых полиметрических сигналов.

Предложенный подход основан на применении 2-х этапов: 1) выделение информативной части сигнала, удаление неинформативных участков; 2) сжатие полученного сигнала с целью оптимизации его представления и уменьшения его размера.

Суть способа выделения информативной части сигнала состоит в том, что шум обладает высоким значением энтропии, в то время как информативная часть сигнала характеризуется меньшей степенью неопределенности, а значит обладает гораздо меньшим значением энтропии (требуется дополнительная энергия для организации/определения сигнала такой формы).

**Листинг 1** – Функция рассчета энтропии полиметрического сигнала

```
double[] Entropy(double[] data)
 {
    if (data != null && data.Length > 1)
    {
       double mid = 0.0;
       for (int i = 0; i < data.Length; i++)
          mid += Math.Abs(data[i]);
       List<double> entropy = new List<double>();
       for (int i = 1; i < data.Length; i++)
       {
          double quo = Math.Abs(data[i]) / mid;
          if (quo != 0 && entropy.Count > 0 ) {
            entropy.Add(-(entropy.Last() + quo*Math.Log(quo, 2)));
          }
          else {
             entropy.Add(0.0);
          }
       }
       return entropy.ToArray();
    }
    return null;
 }
```

На первом этапе, рассчитывается энтропия полиметрического сигнала и выделются зоны в которых энтропия превышает среднее значение по всему сигналу. На рисунке 1 представлен результат работы первого этапа алгоритма.

На втором этапе полученный участок сигнала сжимается с помощью предложенного ранее алгоритма [3].

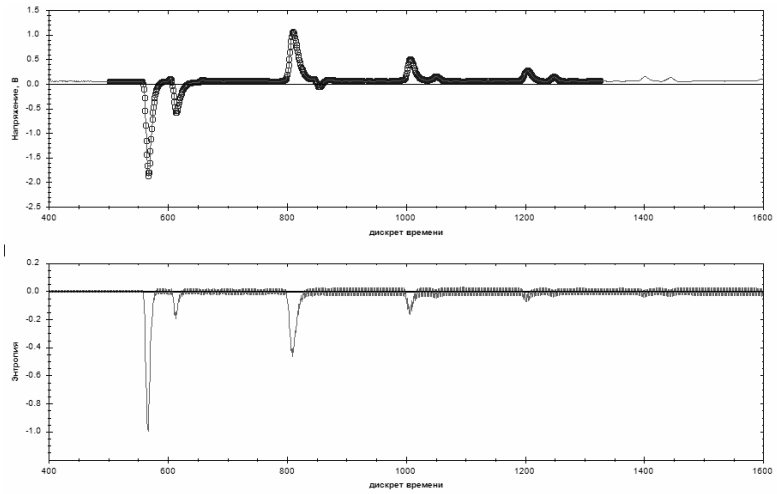



**Рис. 1.** К пояснению работы алгоритма
а) полиметрический сигнал и выделенная с помощью алгоритма область;
б) вычисленное с помощью алгоритма значение энтропии

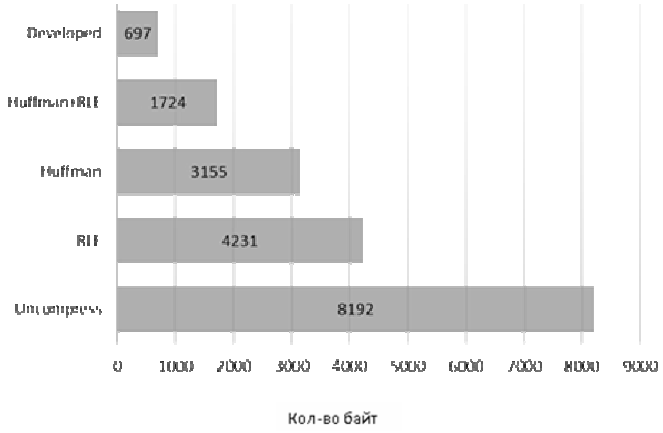



**Рис. 2.** Сравнительная диаграмма результатов сжатия при использовании различных алгоритмов

Сравнение предлагаемого подхода с другими используемыми алгоритмами для сжатия полиметрических сигналов, показывает значительное превосходство в степени сжатия (в некоторых случаях экономия достигает 91-92 %) – см. рис. 2.

**Выводы.** Разработан подход выделения и кодирования части полиметрического сигнала, который позволяет снизить затраты на его хранение, передачу и обработку. Экспериментальные исследования показали, что время передачи полиметрического сигнала потребителю снижено более чем в 10 раз, а общее время передачи и обработки сигнала снижено в 3 раза.

**Список литературы**

1. Полиметрические системы: теория и практика: Монография / Ю.Д. Жуков. Б.Н. Гордеев. А.В. Зивенко, А.Ю. Грешнов, О.А. Зимина, В.Н. Чегринец, Е.О. Прищепов; под ред. Ю.Д. Жукова. – Николаев: Атолл, 2012. – 382 с.
2. David Salomon Data Compression: The Complete Reference [Text] / 4th Edition, by David Salomon (with contributions by Giovanni Motta and David Bryant) / Published by Springer, Dec 2006, 1092 pages.
3. **Жуков Ю.Д.** Алгоритм сжатия измертельной информации для повышения эффективности полиметрических систем [Текст] / Жуков Ю.Д., Гудыма Е.А., Зивенко А.В. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: тези доповідей другої міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК, 2014. – С. 557 – 560.
4. **K.Ekstein, T. Pavelka** Entropy And Entropy-based Features In Signal Processing [URL] // Режим доступа http://orgprints.org/19458/1/Entropy_of_energy_crops_and_GHG_mitigation_s.pdf

УДК 681.518

# АВТОНОМНИЙ РІВНЕМІР ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ВОДИ У ВІДКРИТИХ ВОДОЙМАХ

**Автор:** Моторкін Д.Ю.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Статистичні дані декількох останніх років чітко показали істотне збільшення кількості раптових повеней внаслідок аномального об'єму атмосферних опадів протягом короткого проміжку часу [1]. Ці повені дуже важно як передбачити так і відслідковувати, оскільки на даний момент для їх прогнозування, переважно, використовуються супутникові метеорологічні дані які надають лише відсоткову ймовірність такої події [2]. Не маючи чітких даних про таку загрозу неможливо завчасно провести протиповіневі заходи, провести евакуацію місцевого населення та матеріальних цінностей. Тому актуальним та доцільним є впровадження автоматизованих розгалужених моніторингових систем контролю рівня води у відкритих водоймах з використанням автономних електронних рівнемірів. На поточний час, світова практика підтвердила ефективність експлуатації таких систем [3]. Більшість з них побудовані з використанням електронних рівнемірів наступних типів: поплавкових, ультразвукових/радарних, гідростатичних. Було встановлено, шо вказані типи рівнемірів мають конструктивні особливості які ускладнюють їх експлуатацію у відкритому середовищі: поплавковий рівнемір - наявність рухомих вузлів, потрібне обов'язкове періодичне чищення його від бруду; радарний/ультразвуковий рівнемір повинен розміщуватись під кутом 90 до площини води, а його похибка залежить від наявності хвиль та механічного бруду у воді; гідростатичний рівнемір потребує використан-

ня спеціальних захисних матеріалів для чутливого елементу, компенсації перепадів атмосферного тиску та має змінну похибку, що залежить від швидкості потоку рідини [4]. Виходячи з цього, з метою зниження витрат на впровадження і подальшу експлуатацію моніторингової системи, пропонується використовувати автономні рефлектометричні одно-/багатопровідний рівнемір. Структурна схема розробленого автономного рефлектометричного рівнеміра показана на рис. 1.

Рівнемір побудовано на принципі аналізу реакції середовища на надкороткий зондуючий сигнал, що генерується у лінію спеціальної конструкції [5]. Зондуючий імпульс розповсюджується вздовж лінії спеціальної конструкції (хвилевід), що частково занурена у середовище. Під час операції вимірювання рівня, головним контролером ініціюється запуск формування у генераторі зондуючого сигналу тривалістю до 3.5 нс та амплітудою 1..12 В з подальшим надсиланням у хвилевід.

Відбитий від межі поділу середовищ імпульс надходить з хвилеводу на приймач сигналу. За допомогою спеціалізованих алгоритмів відбувається аналіз отриманого сигналу (сукупності імпульсів) з подальшим визначенням поточного рівня з урахуванням даних про температуру навколишнього середовища [6,7]. З метою зниження впливу хвилювання водної поверхні та підвищення точності вимірювання рівня використовуються алгоритми усереднення та адаптивної фільтрації.

Завдяки використанню високоінтегрованих електронних компонентів та високому рівню енергоефективності, живлення пристрою здійснюються від сонячної батареї або від акумуляторної батареї LiFePO4 вночі. Контролер живлення забезпечує стабільність вихідної напруги сонячної батареї, визначає пріоритет джерела живлення, та здійснює заряджання акумуляторної батареї. Застосування акумуляторної батареї типу LiFePO4 дозволяє експлуатувати рівнемір у температурному діапазоні від -30 до +70 °С протягом 10 років без сервісного обслуговування. Для зниження експлуатаційних витрат до складу рівнеміра додано модуль самодіагностування, що надає можливість дистанційно контролювати поточний стан всіх вузлів рівнеміра.

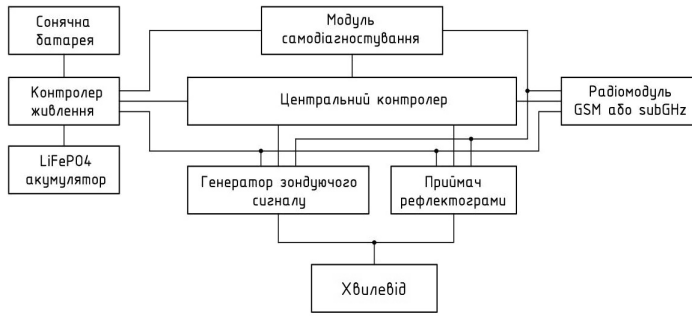



**Рис. 1.** Структурна схема автономного рівнеміра для контролю рівня у відкритих водоймах

Обмін даними між автономним рівнеміром та центром обробки даних може здійснюватись за допомогою GSM-модулю або, у разі відсутності GSM покриття, модулю subGHz діапазону з обов'язковим застосуванням репітерних станцій.

Рама автономного рівнеміра може являти собою різні конструкції. Наприклад, рама може бути виконана у вигляді важкої бетонної основи (груз) з вертикально закріпленою у центральній частині несучою штангою (стовб). У верхній частині штанги монтуються блок електроніки рівнеміра з панеллю сонячної батареї із ступенем захисту IP68. В якості хвилеводу може бути використано трос з нержавіючої сталі, натягнутий між бетонною основою та корпусом блоку електроніки.

Розроблене рішення може транспортуватися до місця встановлення повністю змонтованим, не потребує попередніх підготовчих робіт у місці монтажу і може бути встановлено із нахилом до водної поверхні. Це значно підвищує мобільність моніторингової системи та знижує часові витрати на її запуск.

**Висновки.** Розроблений автономний рівнемір може використовуватися для моніторингу рівнів води у водоймах будь-яких типів: гірських річках де існує небезпека різкого збільшення рівня, у водосховищах, зрошувальних каналах, системах шлюзування суден і т.ін. Розроблений рівнемір може використовуватися для моніторингу рівня ґрунтових вод. Перевагою розробленого рішення є те, що у якості хвилеводу можуть виступати різноманітні конструкції, у тому числі і конструктивні елементи несучої опори. Перспективним напрямком досліджень є сполучення розробленого рівнеміра із іншими пристроями для моніторингу стану навколишнього середовища, а саме: вимірювання вологості, тиску, температури рідини та повітря, освітленості тощо.

## Список літератури

1. **Адаменко О.М.** Про можливості передбачення катастрофічних наслідків паводків на річках Карпатського регіону [Текст] / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський // Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. "Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності". – м. Яремче, 2009 р. – НПЦ "Екологія. Наука. Техніка". – С. 18-20.

2. **Григорьев А.А.** Природные и антропогенные экологические катастрофы. Классификация и основные характеристики [Текст] / А.А. Григорьев, К.Я. Кондратьев // Исследование Земли из космоса, 2000.- № 2. – С.72-83.

3. Flood mapping: a core component of flood risk management [Електронний ресурс] : Режим доступу http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/index.htm

4. **Zivenko A.V.** Level measurement principes & sensors [Text] / A.V. Zivenko, A.G. Nakonechniy, D.Y. Motorkin // Materialy IX mezinarodni vedecko-prackticka conference "Veda a technologie: krok do budoucnosti - 2013". – Dil. 28. Technicke vedy. Prague - 2013. pp. 85-90.

5. **Жуков Ю.Д.** Полиметрические системы: теория и практика : Монография [Текст] / Ю.Д. Жуков, Б.Н. Гордеев, А.В. Зивенко, А.Ю. Грешнов, О.А. Зимина, В.Н. Чегринец, Е.О. Прищепов под ред. Ю. Д. Жукова. // Николаев : Атолл, 2012. – 382 с. : илл., табл.

6. **Жуков Ю.Д.** Некоторые алгоритмические методы повышения точности полиметрических измерений [Текст] / Ю.Д. Жуков, А.В. Зивенко, А.Л. Виноградов // Вестник РГРТУ, № 1 (выпуск 43), Рязань. – 2013. – С. 113 – 116.

7. AMICO – публикации [Електронний ресурс] : Режим доступу http://amico.ua/library.php?type=15

УДК 681.518

## АВТОМАТИЗАЦИЯ КАЛИБРОВКИ КАНАЛОВ УРОВНЯ ПОЛИМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Авторы:** Наконечный А.Г., Зивенко А.В.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Известно, что в реальных условиях эксплуатации на погрешность измерения уровня влияют факторы, связанные как с особенностями преобразователей (изменение температуры электронного блока, наличие конструктивных особенностей линий передачи, форма зондирующего импульса и т.п.) [1,2], так и непосредственно с производственными процессами и контролируемыми средами (например, с изменением диэлектрической проницаемости слоев продукта). Так, например, при метрологической аттестации/поверке/калибровке каналов измерения (ИК) уровня полиметрической системы работы, как правило, проводят в нормальных (или близких к ним) условиях – что обязательно отражается в соответствующих протоколах. В то же время, при эксплуатации систем на реальных объектах, условия могут значительно отличаться от нормальных. Отдельные методы калибровки, подразумевают введение корректирующих таблиц для учета особенностей преобразователей – например работы в различных температурных режимах с учетом геометрии датчика [3,4]. Актуальной задачей является создание средств метрологического обеспечения, позволяющих автоматизировать процесс калибровки/поверки измерительных каналов, получение данных для дальнейшего изучения при работе в условиях отличных от нормальных.

Структурная схема разработанного стенда для автоматизированной калибровки представлена на рис.1.

На рис.1 обозначены: УЭВМ – управляющая ЭВМ; УМАиП – устройство метрологической аттестации и поверки ИК уровня; МД – модуль для измерения давления; МВ – модули измерения относительной влажности; МТ – модули измерения температуры; МП – модуль питания; МУиК – модуль управления и коммуникации; ОС – образцовое средство измерения

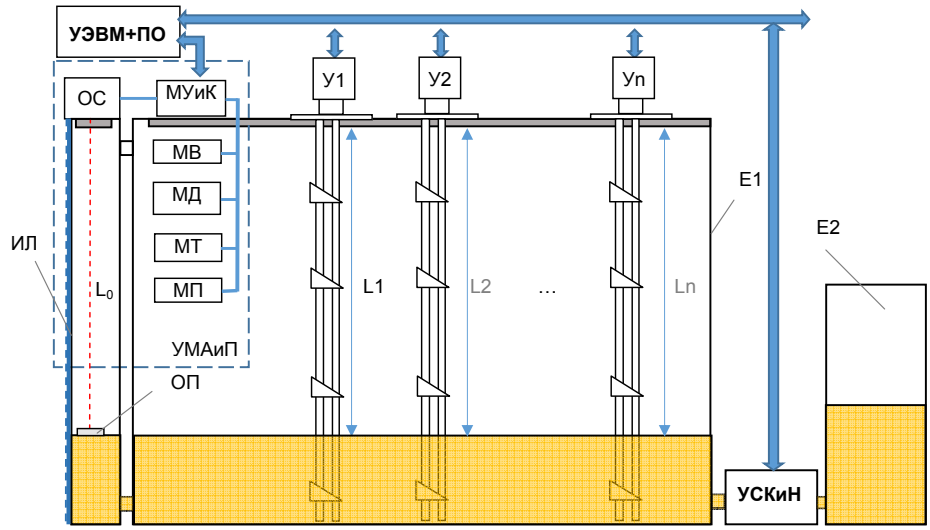



**Рис. 1.** Структурная схема стенда для автоматизированной калибровки ИК уровня

уровня; ИЛ – линейка для измерения фактического уровня жидкости; ПО – программное обеспечение; УСКиН – управляемая система клапанов и насосов; У1..Уn – испытуемые ИК уровня; Е1, Е2 – емкости для задания уровня жидкого продукта.

В качестве ОС измерения уровня применяется лазерный дальномер высокой точности ($\Delta L = \pm 0.5$ мм для нормальных условий эксплуатации). Для его применения требуется отражающий поплавок – ОП, выполненный в виде специальной конструкции. Поплавок может содержать в своем составе термометр для контроля температуры слоя жидкости.

Разработанный стенд работает согласно следующему алгоритму. На УЭВМ с помощью соответствующего ПО задается диапазон и шаг изменения уровня продукта, количество измерений и опции работы с «выбросами». УЭВМ контролирует уровень с помощью ОС и как только уровень достигает заданного значения ± значение уставки – вырабатывает управляющие сигналы для управления насосами. После того как насосы отключены и жидкость в контролируемой емкости «успокоилась», производятся измерения уровня с помощью проверяемых ИК уровня У1..Уn. При этом непрерывно контролируются значения давления, температуры и влажности воздуха. Таким образом автоматически производится калибровка уровнемеров в нормальных условиях. Кроме того, с помощью стенда проводится изучение свойств сред, через которые распространяется электромагнитное излучение. Визуальный контроль уровня может осуществляться с помощью линейки ИЛ, размещенной на емкости со смотровым стеклом. Данные результатов измерений с помощью уровнемеров и образцовых средств измерений записываются в журнал, в котором также сохраняются данные о времени измерений, относительной влажности, давлении и температуре

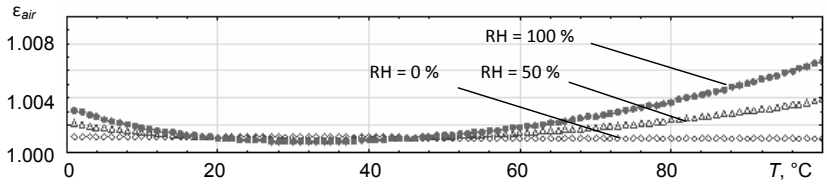



**Рис. 2.** График зависимости ДП воздуха в зависимости от его температуры и влажности RH

воздуха. Данная информация является важной, поскольку скорость распространения электромагнитных волн сильно зависит от свойств среды распространения:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}},$$

где $c$ – скорость света в вакууме, ε – значение диэлектрической проницаемости (ДП) среды; $V$ – скорость распространения электромагнитной волны в среде.

ДП воздуха связана с атмосферным давлением, температурой и влажностью [5]. Графики на рис. 2 иллюстрируют эту зависимость при атмосферном давлении 760 мм рт.ст.. Видно, что значения ДП воздуха для различных вариантов влажности отличаются значительно, что может приводить к возникновению неучтенной погрешности.

Результаты моделирования показывают, что для отдельных температур разница между показаниями, полученными при значениях влажности воздуха 10% и 100% может достигать 1 мм на 1000 мм (при нормальном давлении).

**Выводы.** Разработан аппаратно-программный комплекс для одновременной автоматической/автоматизированной калибровки нескольких измерительных каналов уровня полиметрических систем. Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с теоретическими моделями других авторов и могут быть использованы для корректировки показаний ИК уровня в зависимости от условий процессов измерения и калибровки (температуры, давления и влажности воздуха).

## Список литературы

1. Полиметрические системы: теория и практика : Монография / Ю.Д. Жуков, Б.Н. Гордеев, А.В. Зивенко, А.Ю. Грешнов, О.А. Зимина, В.Н. Чегринец, Е.О. Пришепов; под ред. Ю. Д. Жукова. – Николаев : Атолл, 2012. – 382 с. : илл., табл.

2. **Зивенко А.В.** Автоматизированная калибровка измерительных каналов уровня в полиметрических системах с учетом температуры электронного блока [Текст] / Зивенко А.В., Накоенчный А.Г., Моторкин Д.Ю., Гудыма Е.А. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2013. – с. 424–427.

3. **Пат. 87953 Україна, МПК (2014.01) G01F 25/00 (2006.01 G01F 23/284.** Пристрій для калібрування/градуювання та визначення метрологічних характеристик вимірювального каналу рівня в поліметричній системі [Текст] / Гордєєв Б. М., Жуков Ю.Д., Зівенко О.В., Гудима Є.А., Наконечний О.Г., Моторкін Д.Ю. – u201311070; заявл.: 17.09.2013; опубл.: 25.02.2014, Бюл.№ 4.

4. **Жуков Ю.Д.** Оптимизация параметров стробоскопического преобразователя для повышения точности оценки характеристик жидких сред [Текст] / Жуков Ю.Д., Зивенко А.В., Наконечный А.Г. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали V міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2014. – с. 404-406.

5. IDA NATHAN Lectures and Courses [URL] Режим доступа http://ee.ascs3.uakron.edu/ida/sensors.html

УДК 004.056.53: 534.836.2

# КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ЦИРКУЛЮЄ НА ОБ'ЄКТАХ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Автор:** Майданюк П.В.
*Управління Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України в Миколаївській області*

Для забезпечення конфіденційності, цілісності, доступності інформації, що циркулює, обробляється, зберігається складовими інформаційної системи приморського об'єкту та передається каналами зв'язку, необхідно впровадження комплексу заходів з організаційного, технічного та криптографічного захисту інформації.

Необхідно розробити комплексну систему захисту інформації яка повинна включати в себе заходи із захисту інформації за допомогою апаратних засобів (засоби криптографічного захисту інформації) та організаційних заходів внутрішньооб'єктового режиму на приморському об'єкті. Для організації розмежування фізичного доступу співробітників до різних зон приморського об'єкту повинна бути створена система контролю доступу, яка складатиметься з трьохрівневого розподілу зон доступу відокремленими одна від одною пристроями пропуску (замки, турнікети, пункти пропуску). Для визначення системою контролю доступу прав співробітників на доступ до однієї із зон необхідно передбачити електронні перепустки (посвідчення з електронними чипами), за допомогою електронного коду яких можливо налагоджувати систему на пропуск їх власників до різних приміщень або об'єктів наземних, прибережних, морських охороняємої території (акваторії). По периметру приморського об'єкту та на внутрішніх об'єктах, які містять відомості, що підлягають захисту (пункти управління, спеціальні сховища, стаціонарні морські споруди, вибухо- пожежо- небезпечні об'єкти) необхідно встановлення системи сигналізації та відеоспостереження, лінії яких повинні підключатися до пристроїв (моніторів) на пункті управлінн.

Система криптографічного захисту інформації з використанням апаратних та програмних засобів повинна забезпечувати:

- збереження конфіденційності інформації за допомогою засобів шифрування;
- здійснення контролю цілісності інформації за допомогою контрольної суми повідомлення або електронного цифрового підпису;
- гарантування отримання інформації в необхідні часові строки.

Ключові дані повинні складатися із послідовного набору символів, що формуються за допомогою фізичних або програмних генераторів.

Необхідно забезпечити надійний захист самої системи захисту інформації від модифікації для унеможливлення зменшення крипостійкості системи в цілому. Ключова інформація, яка знаходиться на окремих складових інформаційної системи повинна знищуватись в автоматичному режимі у разі доступу до них (фізичного або програмного) окрім тих, що передбачені інструкцією з експлуатації на ці складові.

Для відновлення роботи системи захисту після можливих збоїв вона повинна здійснювати періодичне збереження критичних параметрів роботи.

Засоби криптографічного захисту інформації, що встановлені в сегменти інформаційної системи, повинні використовувати єдину ключову зону в межах контрольованої території. Для передачі даних за межі контрольованої зони (до вищестоящих органів, штабів, міністерств, адміністрацій) повинна використовуватись інша ключова зона (ключова документація, криптоалгоритм). Для спільної роботи різних ключових зон необхідно створити вузол їх спряження та розподілу повідомлень між адресатами (концентратор), який повинен знаходитись на території, що охороняється.

Під час побудови системи захисту інформації необхідно забезпечити відсутність гальванічного з'єднання внутрішньої системи та ліній зв'язку, які виходять за межі контрольованої зони. Провідні тракти відкритої інформації (від абонента або пристрою передачі інформації до апаратури шифрування) повинні бути обладнані системою сигналізації на випадок пошкодження або підключення сторонніх пристроїв.

Для захисту інформації під час її передачі каналами зв'язку всі апаратні складові інформаційної системи (безпілотні підводні, надводні, літальні апарати, засоби розвідки та контролю, пункти управління та ін.) повинні обладнуватись засобами криптографічного захисту інформації. Вказані засоби повинні встановлюватись в апаратах в розрив лінії між пристроєм збору і накопичення даних та каналоутворюючим обладнанням (супутниковий модем, роутер, обладнання ущільнення, радіостанція та ін.). Пристрої криптографічного захисту інформації (апаратура засекречування) повинні забезпечувати якісну роботу незалежно від вибраного виду зв'язку (супутниковий зв'язок, мобільний зв'язок, Wi-Fi, кабельна мережа тощо).

Апаратура криптографічного захисту інформації має бути сертифікована Державною службою спеціального зв'язку та захисту інформації України та повинна давати змогу будувати мережі засекреченого зв'язку для передачі конфіденційної інформації та інформації, що становить державну таємницю.

До завантаження до апаратури крипто алгоритмів та ключової інформації, самі прилади засекречування повинні бути не секретними. Налагодження, управління, перевірка конфігурування апаратури засекречування повинно здійснюватись за допомогою ПЕОМ (ноутбук), для якої необхідно передбачити відповідний інтерфейс та до яких повинен бути виключений несанкціонований доступ.

Апаратура засекречування повинна реалізовувати захист цифрової інформації. У разі необхідності передачі аналогових сигналів перед апаратурою криптографічного захисту інформації необхідно встановлювати прилади перетворення аналогового сигналу в цифровий.

Система криптографічного захисту інформації повинна забезпечувати засекречений зв'язок між сегментами системи один з одним та між апаратними сегментами інформаційної системи приморського об’єкту з пультом керування. Контроль та управління системою захисту інформації повинно здійснюватись з командного пункту який знаходиться на контрольованій території та в якому розміщено апаратуру контролю та комутації.

Система криптографічного захисту інформації на базі апаратури засекречування (лінійного шифрування) повинна забезпечувати захист від:

- несанкціонованого доступу до інформації, що циркулює в мережі, та службової інформації керування системою;
- модифікації програмного забезпечення терміналів апаратури засекречування;
- коректування (спотворення) інформації, яка зберігається в файлах терміналів апаратури засекречування, або інформації, що передається каналами зв’язку;
- спроб видачі себе за клієнта інформаційної мережі інших приладів за рахунок крадіжки носіїв ключової інформації;
- перехвату керування інформаційною системою зловмисниками з інших місць, окрім командного пункту;
- несанкціонованого отримання конфіденційної інформації або службових даних методами аналізу паразитних електромагнітних випромінювань;
- несанкціонованого отримання конфіденційної інформації або службових даних шляхом встановлення спеціальних програмно-апаратних пристроїв в сегменти інформаційної системи.

Також система захисту повинна забезпечувати:

- блокування управління з ПЕОМ до повного завершення аунтифікації користувача;
- розподіл повноважень та доступ до ресурсів між користувачами, адміністраторами та технічним персоналом за допомогою особистого паролю та електронного ключа;
- шифрування інформації, що передається каналами зв’язку, з використанням криптоалгорітмів та ключової інформації з гарантованою стійкістю;

- звірку контрольної суми або електронного цифрового підпису після сенсу передачі даних;
- прозорість взаємодії ПЕОМ і каналоотворюючої апаратури (модеми, ротори, тощо) та відсутність обмежень на використання спеціального програмного забезпечення.

УДК 621.314

## АНАЛИЗ СТРУКТУР СИЛОВОЙ ЧАСТИ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

**Авторы**: Павлов Г. В., Обрубов А.В., Винниченко И.Л.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Задачей систем бесперебойного питания является обеспечение потребителей электроэнергией необходимого качества при получении ее от источников с нестабильными характеристиками и с непостоянной готовностью к отдаче энергии потребителю [1, 2].

Стационарные системы бесперебойного питания средней и большой мощности целесообразно строить с открытой модифицируемой и дополняемой структурой. Открытая структура позволяет устанавливать мощность и тип преобразовательных модулей согласно выбранной конфигурации системы, наращивать емкость аккумуляторных батарей. Переносимые и встраиваемые системы бесперебойного питания малой мощности целесообразно конструировать со структурными объединениями функциональных блоков в единый блок бесперебойного питания (**ББП**), сочетающий в себе необходимые функции преобразования и коммутации электроэнергии. Здесь важнейшими факторами могут быть стоимость серийного производства и массогабаритные характеристики системы.

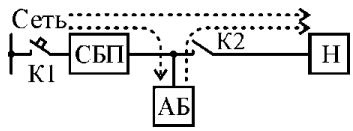
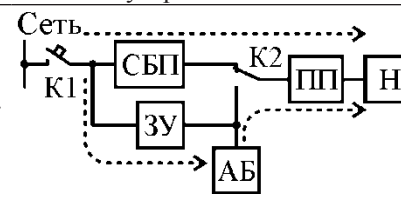
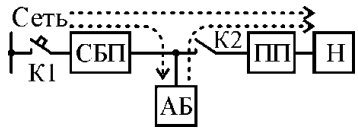
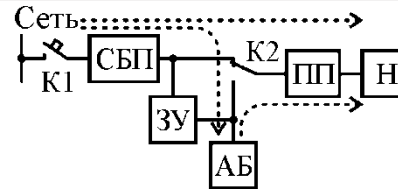
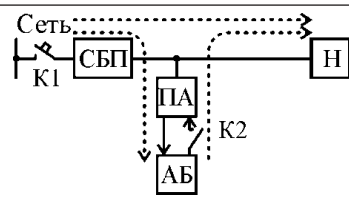
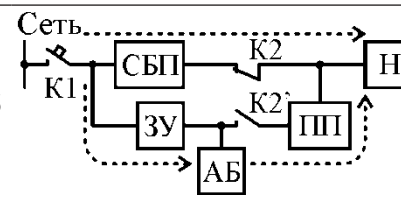
В зависимости от технических требований и выбранной элементной базы для ББП могут быть выбраны различные структуры силовой части из таблицы 1, где пунктирными линиями показаны направления передачи энергии и обозначены следующие блоки: СБП – сетевой блок питания, АБ – аккумуляторная батарея, ПА – преобразователь аккумулятора, ЗУ – зарядное устройство, ПП – преобразователь потребителя, Н – нагрузка. Структуры ББП здесь классифицируются по наличию отдельного зарядного устройства и размещению преобразователя напряжения потребителя.

Структура 1 самая простая и имеет минимум потерь в автономном режиме, поскольку электроэнергия АБ непосредственно передается в нагрузку. Структура 2 позволяет стабилизировать выходное напряжение и сделать его отличающимся от аккумуляторного. Структура 3 замечательна тем, что предоставляет некоторую свободу выбора АБ по напряжению без изменения силовой части. Структуры 4, 5, 6 имеют отдельное ЗУ и могут быть построены на стандартных блоках в отличие от структур 1, 2, 3, требующих специальных технических решений для СБП с функциями зарядных устройств.

Структуры 2, 4, 5 позволяют обеспечить переменные выходные напряжения и оперативно менять их в процессе эксплуатации. В структуре 5 используется низковольтное ЗУ. Структуры 4, 5, 6 могут быть реализованы с ПП и без него в зависимости от требований к роду, величине и стабильности выходного напряжения.

Выводы: исходя из опыта анализа сложности схемотехнических решений, технологичности производства и технико-экономических показателей можно предположить, что наиболее перспективными являются структуры ББП 1, 2, 5, 6. Также с учетом рассмотренных структур могут быть образованы новые структуры с параллельным либо последовательным соединением отдельных АБ и с несколькими выходными каналами с различными напряжениями.

**Таблица 1**. Структуры низковольтных ББП

| С совмещенным зарядным устройством | | С отдельным зарядным устройством | |
|---|---|---|---|
| 1 |  | 4 |  |
| 2 |  | 5 |  |
| 3 |  | 6 |  |

## Список использованной литературы:

**Воробьев, А. Ю.** Параметры ИБП и их сравнительный анализ/ А. Ю. Воробьев// Вестник связи. 2007. № 3. С. 41-43.

**Гончаров, А.** Источники бесперебойного электропитания для построения отказоустойчивых систем/ А. Гончаров, О. Негреба// Электронные компоненты. 2008. № 3. С. 89-91.

# Секція 9.
# УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ У СУДНОБУДУВАННІ

УДК 005.8

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

**Авторы:** Рыжков С.С., д.т.н., профессор; Слободян С.О.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев*

Научные поиски возможных путей повышения экономической эффективности морских перевозок привели к необходимости разработки и использования новых подходов в судостроении, в том числе, внедрения различных инновационных решений в области энергетики, автоматизации, обработки грузов, совершенствования конструкции и формы корпуса судна. Основной целью развития инновационных технологий в мировом судостроении является попытка объединить экологическую и экономическую составляющие эффективности создаваемых судов.

Современные исследования ученых в сложившихся сложных экономических условиях связаны с решением задач оптимизации обводов корпусов, изучением возможности использования новых материалов, применения передовых технологий и оборудования в целях уменьшения вредного влияния оксидов азота (NOx), углекислого газа (CO2), оксидов серы (SOx), балластных вод на окружающую среду и сокращения затрат по эксплуатации судов. Основные направления инновационных проектов в судостроении представлены на рис. 1.

Обзор существующих тенденций современного судостроения [2, 3, 4] позволяет констатировать, что за последние 10 лет средний размер судов существенно возрос. Увеличение размеров (так называемый масштабный эффект), как известно, приводит к снижению стоимости перевозки единицы груза (TEU), поэтому судовладельцы стремятся по возможности к увеличению размеров своих транспортных средств. Кроме танкеров и балкеров, размеры которых уже практически достигли своих пределов, в секторе контейнеровозов для магистральных направлений перевозок также постоянно строятся суда все большей вместимости, что позволяет увеличивать уровень их загрузки и существенно сократить рейсовые затраты (рис. 2).

Следует отметить, что масштабный эффект имеет место при условии полной загрузки судна, поэтому его размер может увеличиваться до тех пор,

пока существует возможность обеспечения его достаточной загрузки и выгрузки. Таким образом масштабный эффект связан с эффектом плотности (economies of density), который обуславливает снижение себестоимости перевозки единицы груза при увеличении загрузки судна (рис. 3).

Инновации в части совершенствования конструкции корпуса и оптимизации его обводов, прежде всего, направлены на сокращения затрат топлива

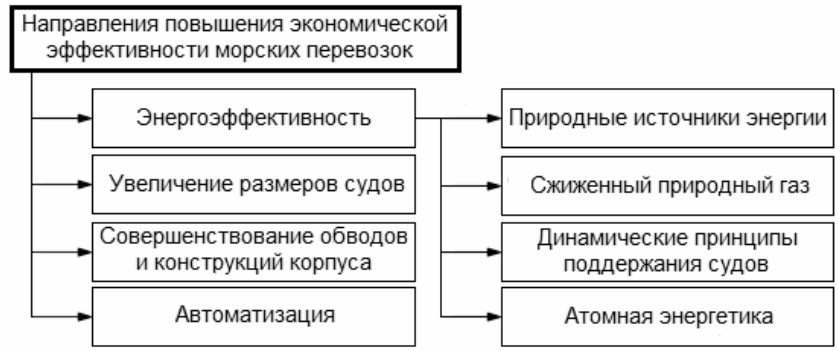



**Рис. 1.** Основные пути повышения экономической эффективности судов

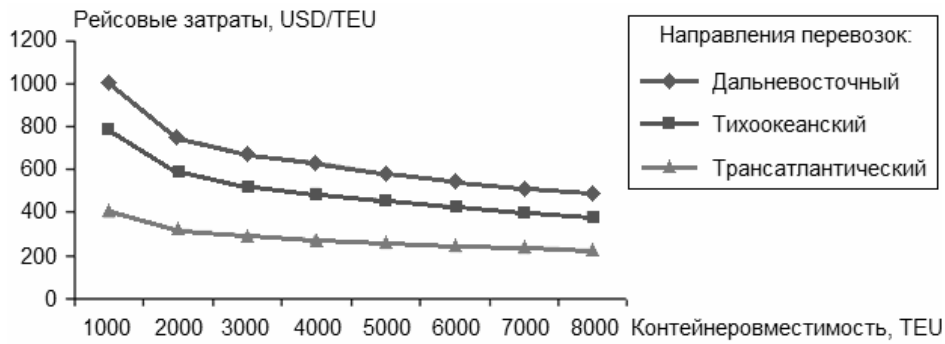



**Рис. 2.** Влияние контейнеровместимости судна на уровень рейсовых затрат, [3]




**Рис. 3.** Эффект плотности в контейнерном судоходстве

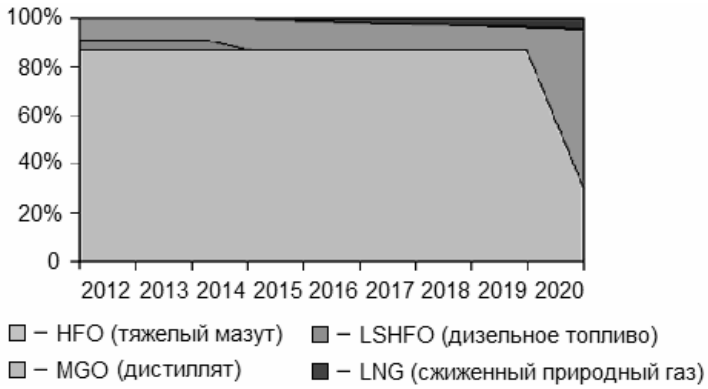



**Рис. 4.** Эффект плотности в контейнерном судоходстве

и стоимости постройки судна. В последнее время все чаще разрабатываются проекты судов с двухтопливными энергетическими установками, использующими два вида топлива – сжиженный природный газ (LNG) и судовое дизельное топливо (MDO), а также суда, полностью оснащенные для использования сжиженного или сжатого природного газа. Использование в качестве топлива природного газа позволяет полностью исключить выбросы серы, кардинально уменьшить выбросы NOx (на 90%) и существенно снизить выбросы CO2 (на 30%). На рис. 3 приведена доля различных видов морского топлива с учетом прогноза его потребления на глобальном рынке до 2020 г.

В отдельных случаях расходы судовладельцев на топливо в годовых затратах на содержание судна достигают величины в 60-70%, поэтому вопрос выбора типа используемого топлива является крайне актуальным. Тем более, что в последние годы Международная морская организация (IMO) все больше внимания уделяет техническим мерам по сокращению выбросов парниковых газов как на строящихся судах, так и на тех, которые уже эксплуатируются. В соответствии с требованиями Приложения VI международной конвенции МАРПОЛ, происходит планомерное ужесточение требований к содержанию оксидов серы, азота и углерода, а также твердых частиц в выбросах морских судов.

Необходимо отметить, что проблема сокращения выбросов углерода напрямую связана с энергоэффективностью, так как количество парниковых газов определяется уравнением:

$$\textit{Количество выбрасываемых } CO_2 \textit{ (г)} = A \times Э,$$

где А – активность, тонно-мили; Э – энергоэффективность, г / тонно-милю.

При этом наиболее жесткие требования устанавливаются для Районов контроля выбросов (Emission Control Areas - ECA), к числу которых относятся Балтийское, Северное, Карибское моря, а также Североамериканский район. Это означает, что судовладельцам и операторам судов, осуществляю-

щим перевозки в зонах контроля выбросов, придется переходить на более дорогое топливо (дистилляты), или на использование альтернативных видов топлива (сжиженный природный газ), или закупать дорогое оборудование по очистке судовых выхлопов (скрубберы).

К сожалению, в настоящее время транспортные суда относительно медленно используют потенциал полной интегрированной автоматизации. Между тем, увеличение уровня судовой автоматизации и систем интеграции способно привести к значительной эксплуатационной экономии. Судовладельцы могут интегрировать все судно в одну систему, для того чтобы оптимизировать его работу, безопасность и эффективность.

Выводы: 1. Основными путями повышения экономической эффективности морских перевозок является внедрение новых инновационных решений, которые могут служить дополнительными факторами повышения конкурентоспособности продукции отечественного судостроения на мировом рынке. 2. Объединение экологической и экономической составляющих эффективности создаваемых судов следует считать крайне актуальным процессом развития украинской судостроительной отрасли, который соответствует современным требованиям международных конвенций по безопасности мореплавания и охране окружающей среды. 3. Практический учет рассмотренных инновационных решений дает возможность дальнейшего совершенствования отечественной системы поддержки принятия управленческих решений в современных сложных экономических условиях.

**Список использованной литературы:**

1. Границы заданы [Текст] // Вести морского Петербурга: Информационно-аналитический морской журнал. – С-Пб: Акрос, 2014. – №3(35). – С. 14-15.

2. **Дехтярук Ю.Д.** Суда в будущее [Текст] / Ю.Д. Дехтярук, С.И. Логачев // Вести морского Петербурга: Информационно-аналитический морской журнал. – С-Пб: Акрос, 2014. – №1(33). – С. 6-11.

3. **Tanaka H.** Innovations based on the integration and program management in the shipbuilding industry [Text] / H. Tanaka // Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК, 2013. – С.400-404.

4. Краткий обзор мирового рынка судостроения в 2011-2012 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.fishnet.ru/news/promysel_i_pererabotka/28738.html.

УДК 005: 338.28

# ПРОЕКТИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ: ІНДИКАТИВНІ ПОКАЗНИКИ

**Автори:** Харитонов Ю.М., Кошкін В.К.
*Україна, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

На теперішній час для України однією з найгостріших проблем в сфері житлово-комунального господарства залишається проблема забезпечення питною водою малих муніципальних утворень, що, в основному, пояснюється фізичним зносом більшої кількості елементів системи водопостачання (СВ), а також відсутністю відповідних ресурсів на формування та реалізацію проектів і програм їх модернізації та реконструкції (рис.1, 2) [1].




**Рис. 1.** Стан водопровідних мереж в Миколаївської області




**Рис. 2.** Стан каналізаційних мереж в Миколаївської області




**Рис. 3.** Основні індикативні показники модернізації та реконструкції СВ малих муніципальних утворень

У відповідності до існуючої практики управління проектами та програмами реконструкції технічних об'єктів і систем слід визначити відповідні індикативні показники, за якими може бути прийняте рішення про ініціацію проекту.

Виконаний аналіз довів, що на теперішній час стосовно систем водопостачання малих муніципальних утворень такі індикативні показники не визначено.

На рис.3 наведені розроблені основні індикативні показники модернізації та реконструкції СВ малих муніципальних утворень.

## Перелік посилань

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2011 році [Електронний ресурс] /http://www.minregion. gov.ua /index.php?option=com_k2&view=item&id=2033. – Загол. з екрану

УДК 005.8:64

# АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОЕКТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МЕТОДОМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Авторы:** Гайда А. Ю., Кошкин В. К.,
*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

Для оценки эффективности проектов и их состояния в управлении проектами применяют апробированные и формализованные методы, такие как метод освоенного объема, методы кластеризации и классификации. В коммунальном хозяйстве управление проектами чаще всего осуществляют на основании экспертных оценок либо значений наиболее доступных из измеренных параметров, что вызвано существенным влиянием внешнего окружения, сложностью информационных моделей и низкой достоверностью значений отдельных атрибутов проекта. При этом часть информации о состоянии проектов не учитывается, что, в конечном итоге, приводит к ошибкам определения состояния проектов, ошибкам управления и краху проектов.

Хотя для оценки состояния проектов и их эффективности существуют апробированные и формализованные методы (например, методы освоенного объема), принятие управленческих решений в условиях неопределенности состояния проекта, вызванного воздействием внешних и внутренних факторов, приводит к тому, что эти решения способствуют отклонению проектов от ожидаемой траектории развития и повышению проектных рисков. Таким образом сама система управления способствует отклонению проектов от планов. Ярким свидетельством подобного положения дел является наличие значительного числа отложенных ремонтов и незапланированных перебоев в работе систем водоснабжения.

Как следствие, поиск эффективных и научно обоснованных механизмов классификации состояния проектов реконструкции систем водоснабжения является актуальной задачей, требующей своего решения.

Учитывая, что число отдельных атрибутов может изменяться, представляет интерес применение методов классификации, не зависящих от числа атрибутов. Данному требованию соответствуют искусственные нейронные сети (ИНС) (рис. 1), которые не программируют, а обучают.

Число входов ИНС определяется числом признаков, а число выходов – числом классов принадлежности. Активация одного из выходов будет указывать на принадлежность проекта, описываемого поданными на вход ИНС значениями признаков, соответствующему классу, а значение, на выходе можно использовать в качестве меры достоверности такой принадлежности. Для пересекающихся классов одновременно могут быть активированы несколько выходов, тогда сравнение значений на выходах позволит выбрать наиболее близкий класс.

Наиболее широко используемыми и общепризнанными нейронными сетями являются сети с обратным распространением ошибки, которые также

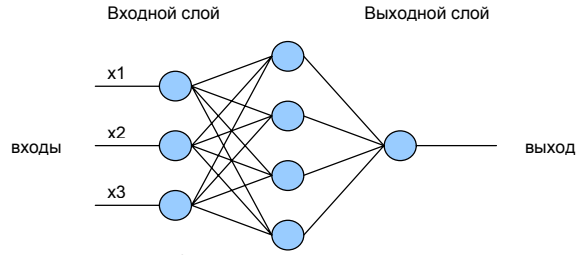



**Рис. 1.** Пример двухслойной ИНС с 3-мя входами и 1-м выходом

применяют и для решения задач классификации. В простейшем случае – для однослойной сети ее выход s (2) может быть представлен через вектор входных сигналов и вектор коэффициентов как:

$$s_c = f\left(\sum_{i=0}^{n} x_i k_{i,c}\right), \quad (4)$$

где $S_c$ – состояние выхода для класса с; $x_i$ – значение $i$-го параметра на входе; $k_{i,c}$ – коэффициент передачи $i$-го входа на $c$-выход, $f$ – функция активации.

Как видно из (4), однослойная сеть способна воспроизводить линейную зависимость выходных значений от входных с их последующим преобразованием функцией активации. В случае более сложных зависимостей применяют многослойные сети. Для двухслойной сети значение на выходе $s$:

$$s_c = f\left(\sum_{j=0}^{n} \left(k_{j,c}\left(f\left(\sum_{i=0}^{m} x_i k_{j,i}\right)\right)\right)\right), \quad (5)$$

где $k_{j,c}$ – коэффициент передачи с промежуточного $j$-го элемента промежуточного слоя на $c$-й элемент выходного; $x_i$ – значение $i$-го параметра на входе; $k_{j,i}$ – коэффициент передачи $i$-го входа входного слоя на $j$-вход промежуточного.

Модель двухслойной ИНС, обеспечивающей решение задачи классификации состояний проектов, представлена на рис. 2. Число входов ИНС определяется числом атрибутов проектов, число выходов – числом классов, число нейронов промежуточных слоев обычно определяется экспериментально – по достижению приемлемой ошибки распознавания. В идеальном случае выходное значение должно быть равно 1 на выходе, соответствующему входному классу и 0 (или -1 – по типу передаточной функции) на остальных выходах. В реальной ситуации – в зависимости от вида входных данных и обучающего набора – значения на выходах принимают некоторые промежуточные значения выходного диапазона, которые можно рассматривать как меру соответствия классу.

С целью апробирования качества классификации состояний проектов средствами ИНС была реализована тестовая ИНС. Для ее обучения был использован набор данных со значениями атрибутов проектов (таблица 1) и их принадлежности к классам. В результате реализации данной модели были получены результаты обработки входных данных, частично представленных

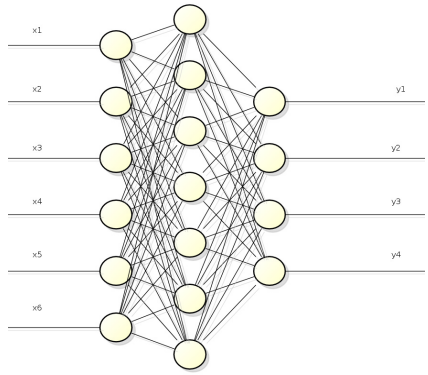



**Рис. 2.** Модель ИНС классификатора состояний проектов для 6-ти параметров и 4-х классов

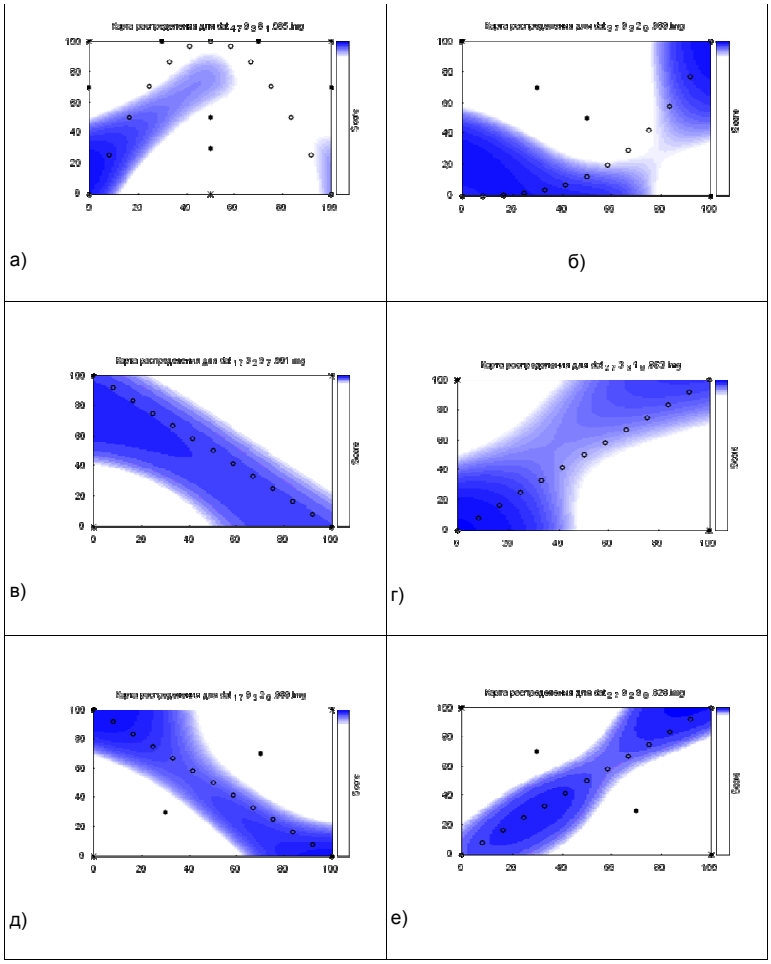



**Рис. 3.** \Карты зависимости выходного значения ИНС классификатора от пар входных значений

в таблице 1 в виде зависимостей распределения значений на выходах ИНС от значений на входах ИНС. В связи с отсутствием однозначных правил определения числа нейронов промежуточного слоя, их число в реализации устанавливалось от m+1 до 2m+1.

Для определения вида области распределения выходной величины от подаваемых значений, на входы ИНС попарно подавались последовательности значений из диапазона входных значений при неизменных прочих входных параметрах. Некоторые из полученных карт распределения выходного значения классификатора от пары значений входных параметров ИНС приведены на рис 3. Справа на каждом рисунке приведены шкалы тональности. Проверка результатов обучения производилась подачей на вход ИНС одного из кортежей входного набора данных (рис. 3) с определением значений на выходах ИНС.

В процессе моделирования ИНС была выявлена существенная зависимость области распределения значений активированного выхода ИНС от вида зависимости между входными параметрами. В тех случаях, где такая зависимость была существенно нелинейной (рис. 3,а,б), лучшие результаты классификации достигались с увеличением числа промежуточных слоев до 2 (рис. 3,а,б,д,е). При линейной зависимости приемлемые результаты были получены на сетях без промежуточных слоев (рис. 3,в,г).

УДК 005.8: 629.5

## СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ПОСТРОЙКИ СУДНА

**Авторы:** Ажищев В.Ф., Мандра А.В., Антыкова И.В.
*Национальний университет кораблестроения им. адмирала Макарова,*

Для моделирование производственных процессов создания конструктивно сложных изделий с длительным циклом постройки наибольшее применение получили методы календарно-сетевого планирования ( КСП ). Они являются наиболее эффективными с точки зрения содержательности и адекватности описания моделируемых производственных процессов.

Исследования по применению методов КСП в судостроении проводятся в течении 60 лет. Сетевое моделирование за эти годы получило значительное развитие и внедрение в различных отраслях производственно-хозяйственной деятельности. Разработано математическое обеспечение описания графа в терминах работ с различными типами логических связей между ними. Реализованы алгоритмы для расчета многомерных и многозаказных сетевых моделей с промежуточными контрольными точками, позволяющие оптимизировать производственные процессы к директивным срокам. Новым этапом развития методов КСП можно считать появление диалографических средств и компьютерной техники с высокими потенциальными характеристиками и большими функциональными возможностями. Сегодня рынок программных средств широко представлен системами класса КСП , начиная

от простых до средних и универсальных. Анализ востребованности систем позволяет сделать вывод о их широком и эффективном применении. На базе теории графов появилось новое научное направление – управление проектами, в котором исследуются проблемы совершенствования управления процессами производства с учетом использования оптимальных ресурсов и минимальных рисков для повышения его эффективности.

Реформирование плановой системы хозяйствования в рыночные отношения обусловило необходимость изменения форм собственности и реструктуризацию предприятий. Проводимые преобразования привели к модернизации структуры управления производством, а соответственно и к изменениям функций управления маркетингом, финансами, материальным обеспечением, технической подготовкой, бухгалтерским учетом и информационным обеспечением. Коренным образом изменилась система управления производством, которая при своей реализации должна базироваться на оптимальном использовании всех видов ресурсов в реальном времени выполнения производственных процессов. По сути своей ставка в управлении делается на процессы, т.е. процессное управление. По мнению санкт-петербургских ученых, высказанных на конференции моринтех-практик, большая половина экономических субъектов развитых стран ориентирована в своей деятельности на процессное управление, готовя свои команды для их оптимизации. По мнению авторитетных экспертов до 30% себестоимости можно высвободить за счет перехода к процессной организации управления оптимальным использованием ресурсов. Задача достаточно актуальная, сложная и требует комплексных мероприятий по ее реализации.

Решение о внедрение новой технологии не возможно без создания ресурсной модели процессов постройки судов.

Для построения модели необходимо определить структуру описания производственного процесса работы. В судостроении, в соответствии с его спецификой, принята система планово-учетных единиц (ПУЕ ) работ при постройке судов. Методика, устанавливающая основные принципы, правила и порядок формирования планово-учетных единиц работ при постройке судов, была разработана ЦНИИ «Румб» и последняя ее редакция вышла в 1982 году. Многие заводы и сей день пользуются этими руководящими материалами. Необходимо отметить, что в настоящее время разработка требует модернизации, и в публикуемых исследованиях авторов: Куперштейна В.И., Рогозина В.А., Липиса А.В., Сизова В.А., Кошкина К.В. и др определены конкретные предложения по данному направлению. Наши позиции с авторами статей совпадают. Система ПУЕ должна строиться по коструктивно-технологическому принципу и должна содержать:

1.Заказ (судно);

2.Конструктивную зону (блок);

3.Технологический комплект;

4.Бригадокомплект.

Заказ подразделяется на конструктивные зоны (блоки), в составе которых определяются технологические комплекты, представляющие со-

бой законченные работы цехов по конструкциям, системам и помещениям. Бригадокомплекты – законченные работы бригад в составе техкомплекта. В методических материалах также определен реквизитный состав и система кодирования ПУЕ, позволяющая выстроить их иерархию. Каждая ПУЕ характеризуется показателем трудоемкости чел/час, определяющим потребность трудовых ресурсов для данной работы. Конкретные специалисты, необходимые для выполнения работы , определяются через реквизит «вид работы». На основе данного положения формируются номенклатурные ведомости работ ПУЕ постройки конкретного заказа судна. По сути своей данный документ представляет описание процессов постройки судов.

Потребность энергетических ресурсов для выполнения работ по технологическим комплектам определяется по нормативам, рассчитанным на основе статистических данных на 1чел/час трудоемкости по специальностям.

Материальные ресурсы, необходимые для процессов постройки судов, представлены в документах спецификаций чертежей верфи, ведомости сварочных материалов и ведомости лакокрасочных материалов. Специфика судостроения состоит в том, что материальный ресурс привязан к ПУЕ техкомплект, обеспечивая интеграцию основных видов ресурсов в процессном управлении.

Производственный ресурс определяется мощностями цехов, наличием оборудования и построечными местами. Характеристика производства хорошо структурируется в виде рабочих центров и интегрируется с ПУЕ.

Потребность в финансовых ресурсах определяется через сметы производственных затрат на постройку судов и затратами кредитования.

Одним из важных требований, которое должно быть выполнено при создании модели процессов постройки судов, является обеспечение решения задач на трех уровнях планирования производства:

общезаводской, межцеховой и внутрицеховой. Модель должна обеспечивать решаемые задачи требуемыми информационными ресурсами.

Создание модели процесса постройки судна осуществляется на строющийся заказ на межцеховом уровне, работой в которой является технологический комплект. Логические связи работ технологических комплектов определяются на основании принятой технологии и могут быть представлены следующими типами:

конец работы – начало работы;
конец работы - конец работы;
начало работы - начало работы;
начало работы - начало работы с потенциальным сдвигом.

Применение данной схемы связей позволит адекватно отражать в модели реальные производственные отношения. В модели также необходимо вводить фиксирующие контрольные точки, которые позволят минимизировать отклонения от директив и осуществлять межпроектный баланс ресурсов и приоритетов.

Процесс формирования модели можно упростить за счет использования типовых элементов по конструктивным зонам. Судозаводы как правило используют в производственных процессах типовые технологии, которые

можно представить виртуальной моделью взаимосвязей видов работ техкомплектов. Используя виртуальную модель связей и номенклатуру техкомплектов, строим реальный сетевой график постройки судна, естественно с ручной доводкой до адекватности жизненным процессам. Апробация данного метода выполнялась на ГАХК ЧСЗ при постройки буксиров и дала положительный результат.

Применение данного метода позволит обеспечить управление производством в реальном времени с минимизацией ресурсов, а значит повысит его эффективность.

УДК 005

## МОДЕЛІ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ В АУТСОРСИНГОВОМУ ПРОЕКТІ

Автори: Маршак О. І., Смикодуб Т. Г., Сінякін С. Г.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Запорука зниження ризиків при використанні такої послуги, як IT-аутсорсинг, - правильний вибір моделі взаємодії з підрядником.

Існують наступні бізнес-моделі інформаційних систем:

SaaS – бізнес-модель продажу та використання програмного забезпечення, при якій постачальник розробляє веб-додаток і самостійно управляє ним, надаючи замовнику доступ до програмного забезпечення через Інтернет. Ключові характеристики: 1) доступ до програмного забезпечення (ПЗ) надається віддалено по мережевих каналах через веб-інтерфейс, можуть використовуватися тонкі клієнти і термінальний доступ; 2) ПЗ розгортається в центрі обробки даних у вигляді єдиного програмного ядра, з яким працюють всі замовники; 3) ПЗ надається на умовах сплати періодичних орендних платежів; 4) обслуговування та оновлення ПЗ виконується централізовано на стороні постачальника програми, наданого як послуга (SaaS); 5) вартість технічної підтримки зазвичай включається в орендну плату.

ASP – компанія, що надає в оренду та обслуговує необхідний споживачеві набір додатків на своїй технологічній площадці. Споживач отримує доступ до даних і додатків або через Інтернет, або по локальній мережі, або по захищеної мережі. Ключові характеристики: 1) ПЗ розгортається на сервері замовника та надається доступ для виконавців як послуга; 2) ПЗ надається на умовах одноразової сплати за ліцензію і не вимагає постійних сплат за оренду; 3) обслуговування та оновлення програмного забезпечення виконується системним адміністратором замовника; 4) технічна підтримка включається у вартість ліцензії, але на певний період, після чого необхідно переукладати договір на технічну підтримку за додаткову плату.

Висновки. Були досліджені моделі обміну інформацією в аутсорсингових проектах. Для невеликих проектів більше підходить бізнес-модель

SaaS. Для великих проектів бізнес-модель більш пристосована ASP, але розгортання і підтримка таких систем дорожче. Огляд цих бізнес-моделей потребує подальших досліджень.

**Список літератури.**

1. **Аникин Б.А.** Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента. //Б.А. Аникин, И.Л. Рудая // Учебное пособие, второе издание. –М: Инфра-М. -2009.(13).-2012.

2. **Штейн А.,** Аутсорсинг разработки программного обеспечения [електронне видання] // А. Штейн, А. Коптелов // IT-News №16 '2009, электронный ресурс - http://citcity.ru/13554/

УДК 005.8

## УПРАВЛІНСЬКІ РІШЕННЯ В СФЕРІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ЗАСАДАХ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ

**Автор:** Потапенко О.М.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,*

ГІС-моделювання, або моделювання за допомогою географічних інформаційних систем які дозволяють відуалізувати об’єкти та результати моделювання. Для обґрунтування управлінських рішень в сфері економічної безпеки  в умовах екологічних загроз необхідна просторово локалізована інформація як про природні характеристики території, так і про рівні негативного техногенного впливу та реципієнтів цього впливу - населення, чутливі види господарства. На практиці локалізація певних характеристик відбувається трьома засобами територіального моделювання:

- точками,
- ізолініями,
- ареалами.

Звичайно, частина інформації часто є не локалізованою. Кожний з цих методів має технологічні особливості та нюанси. Зокрема, технологія моделювання просторових характеристик за допомогою ареалів може бути пов'язана з районуванням, а може і не бути ним. Районування може бути типологічним та регіональним, тобто принципово відрізнятися. Звичайно, зведення такої інформації, локалізованої за різними методами, є складним та таким що викликає сумніви у достовірності результату. Зокрема, найвідомішим технологічним принципом поєднання просторової інформації змодельованої методом ареалів та ізолінійній є створення ландшафтної карти за генетико-морфологічним принципом.

Другою проблемою збору інформації для ГІС моделювання є територіальна структура інформації про населення, господарство та негативний техногенний вплив, природні особливості території. Звичайно, вони можуть бути представлені у різній формі, але у переважній більшості випадків синтетична інформація про природні умови та ресурси пред-

ставлена у формі регіонального фізико-географічного районування та типологічного ландшафтного районування. Багато спеціальної інформації може бути представлено у непросторовій формі.

Завжди інформація про населення, природокористування та техногенний вплив представлена за штучними ареалами. Зазвичай для цього використовують адміністративно територіальний поділ на національному та регіональному рівні. На локальному рівні одиницями є території землевідведення, санітарні зони, робочі ділянки полів тощо.

При впровадженні комп'ютерних технологій ГІС моделювання з одного боку вирішується проблема об’єктивності інформації, але одночасно збільшуються вимоги до її достовірності. Причиною цього є відсутність „мистецького" етапу, коли очевидні для фахівця неточності усуваються в процесі мистецько-наукового переосмислення картографічної інформації.

До методологічних проблем екологічного обгрунтування управлінських рішень належать: нестабільність меж природничого та адміністративного районування, відсутність нормативних вимог технології районування, поліпідходність, багатопаратметрність екологічної оцінки, відсутність нормованих достовірних критеріїв оцінювання. З ландшафтознавчої точки зору методологічним ускладненням є відсутність єдиного сприйняття предмету дослідження як системи.

До технологічних проблем належить секретність великомасштабних топографічних карт, точність інформації, час одержання інформації, складність реальної оцінки інформації різних проекціях та неточності перенесення у цифровий вигляд з паперових носіїв.

Державна політика забезпечення економічної безпеки в умовах екологічних трансформацій зумовлена рядом причин, серед яких можна виділити наступні питання:

• недосконаліть дієвої законодавчої бази політики безпеки в Україні;

• недосконаліть виконавчої системи екологічного контролю, що була створена за для забезпечення ефективності ресурсокористування;

• недосконала система прийняття державних управлінських рішень;

• несистемна організація обгрунтування управлінських рішень;

• недосконаліть ієрархічної системи прийняття управлінських рішень на різних територіальних рівнях;

• відсутність розробленої наукової бази обгрунтування рішень задля забезпеченні економічної безпеки в умовах екологічних трансформацій.

Звичайно, вирішити в повному обсязі вищеназвані проблеми неможливо, але можна визначити методологічні та методичні шляхи їх мінімізації. Розвиток наукових досліджень завжди пов'язаний із суспільною практикою. На сучасному етапі економічна ситуація дозволяє спрямовувати кошти на вирішення лише першочергових проблем. Фактично, якась суспільна реакція може очікуватися лише на надзвичайні ситуації національного або регіонального масштабу. Така практика потребує не просто загальної характеристики конкретної екологічної проблеми, але оцінювання ступеню її небезпеки для суспільства.

Аналіз компонентів антропогенно-трансформованного природного середовища у відповідності до цільової функції дозволяє визначити провідні чинники і побудувати наукову модель геосистем певного типу. Використання такого методу з застосуванням ГІС-технологій для обробки і систематизації результатів є науковим обґрунтуванням прийняття управлінських рішень для регіонального екологічного менеджменту[1]. Для обґрунтування системи екологічного безпеки в регіоні розроблено структуру геоінформаційної системи екологічного моніторингу і менеджменту, що функціонує на комп'ютерних носіях, включає три логічних рівня:

- інформаційний рівень - містить систематизовану інвентаризаційну інформацію про компонентний склад природного середовища, види природокористування, рівень техногенного навантаження та населення;
- аналітичний - включає оброблену проаналізовану інформацію про екологічний стан територіальних природно-антропогенних геосистем, обсяги та динаміку техногенних навантажень у формі баз даних і аналітичних великомасштабних карт в ГІС;
- оціночний рівень містить узагальнену оціночну інформацію про екологічну ситуацію та умови життєдіяльності населення регіону і фактично служить формалізованим обґрунтуванням для прийняття управлінських рішень.

В системі науково-практичних та управлінських заходів, які останнім часом прийнято називати екологічним менеджментом, можна визначити наступні структурно-функціональні блоки:

- блок науково-методичного обґрунтування за стандартною схемою: інвентаризація - аналіз - оцінка - прогноз - рекомендації для всіх підсистем територіальної природно-господарської системи
- представлення обробленої та проаналізованої інформації в оперативно-доступній формі комп'ютерної геоінформаційної системи;
- блок економічно-правового обґрунтування, що реалізується органами управління за тою ж самою стандартною схемою стосовно наявних матеріальних і управлінських ресурсів;
- блок управлінських рішень: експертиза - підготовка проекту рішення - узгодження - прийняття рішення - здійснення заходів;
- блок зворотнього зв'язку, спостереження і контролю (моніто¬рингу) за змінами ситуації в результаті здійснених заходів.

При просторовому аналізі та оцінці екологічної ситуації на території завжди враховується техногенний вплив і ареал його дії, тобто таксономічний рівень геосистеми (фація, урочище, місцевість, ландшафт). Ефект впливу завжди залежить від характеру системи [2].

До головних груп чинників просторового аналізу і оцінки екологічної ситуації належать: на території на основі алгоритму просторового геоекологічного аналізу визначаються групи чинників:

- фізико-хімічні умови природних ландшафтів;
- антропогенна трансформованість природно-господарських систем (за видами природокористування, процентним співвідношенням ро-

зораних земель, сільськогосподарської освоєності земель, залучених до технологічних циклів).

- забруднення природного середовища (використанням хімічних засобів захисту і живлення рослин, забруднення поверхневих та стічних вод та приземного шару атмосфери викидами промислових підприємств, радіаційний фон).

Використання методу типологічного районування локального рівня дозволяє ГІС-моделювання природно-господарських систем для подальшої екологічної оцінки ситуації на території дослідження. Вона передбачає визначення характеристик природних систем та аналіз антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. Для території адміністративного району, як природні системи визначаються типи ландшафтів, а в якості адміністративно-господарських - території аграрних господарств та населених пунктів. Оцінка екологічної ситуації території здійснюється за такими параметрами:

- антропогенна трансформованість природно-господарськмих систем;
- акумулятивна здатність природно-господарських систем;
- кількість порушених земель;
- обсяг викидів промислових підприємств;
- радіаційне забруднення території.

На основі визначених кількісних характеристик кожного з цих параметрів певним чином розраховується коефіцієнт, який визначає негативний екологічний вплив певного параметру на екологічну ситуацію в цілому.

Прикладом такого дослідження просторовий аналіз і оцінка екологічної ситуації на території Макарівського району Київської області України (Рис. 1).

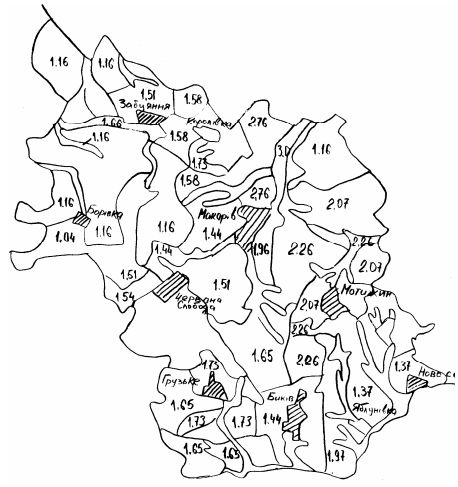



**Рис. 1.** Просторовий аналіз та типологічне районування природно-антропогенних систем з оцінкою екологічної ситуації. (Макарівський район Київської області).

Антропогенна трансформованість за головними типами природокористування визначається на основі експертної оцінки за коефіцієнтами ступеня впливу факторів (за 1 прийнято природні системи): лісогосподарські 1.05-1.1; косіння та випасання - 1.15; впливи плантаційне господарство - 1.2; орне землеробство - 1.25; сільська забудова - 1.3; міська забудова - 1.35; гідробудівництво - 1.4; промисловість -1.5.

Для оцінки впливу кількості порушених сільськогосподарських земель коефіцієнт, який розраховується за показником частки порушених земель у окремому господарстві:

$$L = Sg / Sp \qquad (1)$$

де L - частка порушених земель (%); Sg - площа окремого господарства; Sp - площа порушених земель в окремому господарстві (табл.1.).

Типи ландшафтів характерних для території дослідження визначаються за традиційною методикою [3] (Табл.2).

Оцінка акумулятивної визначених здатності ландшафтів проводиться за методами екологічної оцінки акумуляції техногенних забруднювачів. Для кожного типу ландшафту розраховується оціночний коефіцієнт за рівнем здатності до акумуляції техногенних забруднень. При цьому враховуються природні фізико-хімічні властивості ґрунтів в критичному для певного параметру діапазоні, який співпадає з максимальним акумулятивним ефектом. Основні характеристики в критичних діапазонах, що спричиняють максимальну акумуляцію хімічних забруднювачів техногенного походження - важких металів та радіонуклідів для території дослідження наведено в таблиці 3 [4].

Для оцінки впливу такого фактору, як обсяг викидів промислових підприємств, розраховується показник частки обсягу викидів. Він дорівнює відношенню частки обсягу промислових викидів у населеному пункті до загального обсягу викидів по території в цілому.

$$V = Упр / Уг \qquad (2)$$

де: V - частка промислових викидів в населеному пункті; Упр - обсяг викидів в населеному пункті; Ут - обсяг викидів промисловими підприємствами по території в цілому. На основі визначеної частки обсягу викидів в населеному пункті розраховується коефіцієнт техногенного забруднення території (Табл. 2). Коефіцієнт екологічного впливу радіаційного забруднення розраховується на основі визначених зони радіаційного забруднення, Кі наведені для території (Табл. 2.).

Для визначення ареалів природно-господарських систем на карту або схему типів природних ландшафтів накладається карта або схема структури землекористування. Саме для них розраховується оціночний коефіцієнт екологічної ситуації шляхом перемноження окремих екологічних коефіцієнтів.

З метою ГІС-моделювання для наукового обґрунтування прийняття управлінських рішень в сфері економічної безпеки в умовах екологічних трансформацій запропоновано методику кластерного аналізу.

Для обґрунтування прийняття управлінських рішень на національному

**Таблиця 1.** Коефіцієнти екологічної оцінки природно-господарських територіальних систем Макарівського району

| Природні ландшафти (індекси з табл. 2) | Коефіцієнт акумулятивної здатності ландшафтів | Антропогенна трансформованість | Коефіцієнт | Частка порушених земель % | Коефіцієнт | Частка загальногого обсягу викидів %/100 | Коефіцієнт технологічного забруднення | Радіаційне забруднення на Кі/км2 | Коефіцієнт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,3,6 | 1.05 | лісове господарство | 1.10 | 0 | 1.00 | Макарів | 1.34 | до 1 | до 1 |
| 4.5 | 1.1 | сіножаті та пасовища | 1.15 | 0-0.05 | 1.05 | Червона слобода | 1.23 | 1-2 | 1.2 |
| 1 | 1.15 | орні землі | 1.25 | 0.06-1.0 | 1.10 | Комарівка | 1.10,,^" | | |
| 7.8 | 1.2 | сільська забудова | 1.30 | 1.1-1.5 | 1.15 | Кодра | 1.02 | | |
| 9 | 1.25 | міська забудова | 1.35 | 1.6-2.0 | 1.20 | Пахтянка | 1.30 | | |
| | | Промисловість | 1.50 | 3.5<4.0 | 1.40 | Бишів | 1.01 | | |
| | | | | | | | | | |

**Таблиця 2.** Характерні типи ландшафтів Макарівського району Київської області

| № | Природні системи |
|---|---|
| 1 | Мішано-лісові ландшафти лесових акумулятивно-денудаційних рівнин з сірими опідзоленими піщано-легкосуглинковими грунтами |
| 2 | Мішано-лісові ландшафти моренно - воднольодовикових рівнин з дерново-слабопідзолистими піщаними ґрунтами |
| 3 | Мішано-лісові ландшафти моренно-воднольодовикових рівнин з дерново-середньопідзолостими глинистими піщаними ґрунтами |
| 4 | Мішано-лісові ландшафти моренно-воднольодовикових рівнин з дерново-середньодзолоснцкй супіщаними ґрунтами |
| 5 | Мішано-лісові ландшафти з давньоалювіальних рівнин дерново-слабопідзолостими піщаними ґрунтами |
| 6 | Лучні ландшафти алювіальних рівнин з дерновими оглеєними супіщаними ґрунтами |
| 7 | Болотні ландшафти алювіальних рівнин з болотними ґрунтами; |
| 8 | Болотні ландшафти алювіальних рівнин з торфовищами низинними |

рівні ми створюємо ГІС природно-господарських систем, де виділяються внутрішньо однорідні просторові кластери.

По-перше необхідно визначити конкретного споживача результатів ГІС моделювання. Базовою територіальною одиницею державного управління в Україні є адміністративно територіальні райони. Тобто прийняття управлінських рішення які мають територіальне впровадження на національному рівні здійснюється через Адміністрацію Президента України, якій необхідно надавати кожній адміністративній області та двом містам певну команду, яка потім буде передана через державні адміністрації кожному адміністративному району надати чітку установку, що саме потрібно робити.

По-друге визначити методологічну основу просторового дослідження – це природно-господарська територіальна система, яка складається з трьох функціональних блоків: «Населення», «Господарство», «Природа».

По-третє необхідно визначитися з характеристикою інформації. Для блоку «Населення» це демографічні показники та захворюваність населення, смертність від хвороб певних типів. Для блоку «Господарство» це окремі підприємства різних секторів економіки, інформація про обсяг виробництва, галузева територіальна структура та екологічні показники викидів в атмосферу, скидів до водного середовища, складування відходів, забруднення грунтів, надзвичайних ситуацій техногенного походження тощо. Для блоку «Природа» це інформація про ресурси відновлювальної енергетики (інсоляція, кількість сонячних днів, швидкість і повторюваність вітру, напрямки вітру, водний баланс річок, водність, період повенів, гідро потенціал тощо), сільського господарства (вміст гумусу, тип грунту, його механічний склад, лужність, вміст NPK тощо) та характеристики рельєфу, рослинності,

**Таблиця 3.** Розрахунок коефіцієнту акумулятивної здатності ландшафтів

| Коефіцієнт | Критичний діапазон параметру, що характеризує максимальну акумуляцію важких металів та радіонуклідів в ґрунті | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Оглеєння (FeO, $Fe_2$ Оз) | Верміку-літу, Монт-морило-ніту | Мулиста фракція >0,001 20-25% | Сума обм.осн 24-32 мг-екв/1ООг | Гумус 4,2-6,2% | Ph 6,8-7,2 |
| 1.0 | - | - | - | - | - | - |
| 1.05 | + | - | - | - | - | - |
| 1.1 | + | + | - | - | - | - |
| 1.15 | - | + | + | - | + | - |
| 1.2 | - | + | + | | + | + |
| 1.2 | - | + | + | + | + | - |
| 1,25 | - | + | + | + | + | + |

ґрунтів, геологічної будови, підземних вод, тваринного світу, ландшафтно-геохімічні характеристики території як реципієнту техногенних забруднень, кількість та тип заповідних територій тощо

По-четверте, необхідно визначити джерела та формат надходження інформації. Для блоку «Господарство» це межі адміністративно-територіальних районів та областей, для блоку «Населення», це населенні пункти, які звичайно згруповані в адміністративно-територіальні райони та області. Інформація для блоку «Природа» береться з фізико-географічного районування території за типами ландшафтів, областей, країв, зон тощо.

По-п'яте, необхідно визначитися із масштабом дослідження. Масштаб визначається потребами. В зв'язку із завданням роботи необхідно визначити заходи для забезпечення економічної безпеки держави в умовах екологічних трансформацій, тобто рішення, яким притаманний територіальний аспект мають прийматися на національному рівні. Відповідно для ГІС моделювання та кластерного аналізу території інформація про стан природно-господарських територіальних систем має збиратися за адміністративними областями та містами державного підпорядкування всього 27 одиниць (рис.2)

Відповідно до розробленої нами методики кластерного аналізу із застосуванням методів ГІС моделювання ареали одиниць адміністративного та фізико-географічного накладаються одна на одну, в результаті чого створюється новий продукт ГІС модель з 70 кластерів, внутрішньо однорідних як за інформацією блоків «Населення» та «Господарство», що мають просторове розповсюдження в межах адміністративних областей так і за інформацією блоку «Природа» природно-господарської територіальної системи, що має просторове розповсюдження в межах фізико-георгафічних країв.

Для обгрунтування прийняття управлінських рішень в сфері економічної безпеки в умовах екологічних трансформацій відповідно доцільно застосовувати розроблену методику кластерного аналізу природно-господарських територіальних систем проведено визначення потенціалу відновлювальної енергетики, органічного сільського господарства та зеленого туризму методами ГІС моделювання.

Методики кластерного аналізу із застосуванням методів ГІС моделювання ареали одиниць адміністративного та фізико-географічного накладаються одна на одну, в результаті чого створюється новий продукт ГІС модель з 70 кластерів, внутрішньо однорідних як за інформацією блоків «Насаелення» та «Господарство», що мають просторове розповсюдження в межах адміністративних областей так і за інформацією блоку «Природа» природно-господарської територіальної системи, що має просторове розповсюдження в межах фізико-георгафічних країв.

Ця методика кластерного аналізу на основі технологій ГІС- моделювання дозволяє аналізувати екологічні загрози економічній безпеці на об ’єктному рівні підвищеної техногенної небезпеки - магістральними газопроводами.

**Висновки.** Застосування методики кластерного аналізу на основі технологій ГІС- моделювання дозволяє аналізувати екологічні загрози економічній безпеці на локальному рівні підвищеної вразливості для негативного екологічного впливу техногенного походження - для аграрних господарств. Зокрема розглянуто приклади негативного впливу на сільгосппродукцію радіонуклідного забруднення чорнобильського походження.




**Рис. 2.** Фізико-географічне районування України (краї)

**Список літератури**

1. **Шищенко П.Г.** Прикладная физическая география. -К.:В. школа, 1988. -218с
2. **Исаченко А.Г.** Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.:В.Ш., 1991. - 366с.
3. **Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К.** Методы комплексных физико-географических исследований. - М.:МГУ, 1997.-320 с
4. **Потапенко В.Г.** Геохімічний аспект ландшафтно-екологічної оцінки геосистем в умовах інтенсивного природокористування // Збірник наукових робіт. 10-та річниця Чорнобильської аварії, 1996. –С.23-29.

УДК 005.8

# РОЛЬ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В ПРОЕКТАХ І ПРОГРАМАХ СТВОРЕННЯ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

**Автор:** Бурунсуз К.С.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

**Вступ.** Проблема ефективного використання вуглеводневих палив в енергетиці України та інших країнах є актуальною, особливо в світлі зростаючих екологічних вимог до складу вихлопних газів теплових електростанцій, газоперекачувальних агрегатів та двигунів, що використовуються в різних галузях промисловості. Одним з перспективних способів вирішення цієї проблеми є подальший розвиток і впровадження в практику новітніх екологічно чистих енергетичних систем, оснащених плазмохімічними елементами, що створюються за допомогою методології теорії управління проектами та програмами. Ефективне управління проектами і програмами створення та удосконалення плазмохімічних елементів для екологічно чистих енергетичних систем є актуальною науково-прикладною задачею. Виконання проектів, в тому числі міжнародних, зі створення високоефективних плазмохімічних елементів [2] завжди пов’язано з певною долею ризику. Відмітимо, що глобальних систем міжнародних стандартів з управління проектами та ризиками не існує. Це пов'язано як з принциповою неможливістю комплексної стандартизації управління соціотехнічними системами, якими є сучасні проекти, так і з недоцільністю розробки стандартів по великому колу питань сучасного управління проектами [1].

**Основний текст.** Різні підходи до управління ризиками проектів були визначені в стандартах і принципах [4], таких як:

- ICB v3.0, International Competence Baseline, International Project Management Association (IPMA, 2006);

– AS/NZS 4360, Risk Management, Standards Australia/Standards New Zealand (AS/NZS, 2004);

– ISO 21500, Guidance on Project Management, STD v2, International Organization for Standardization (ISO, 2012);

– PMBOK Guide®, Guide to the Project Management Body of Knowledge
(PMI, 2008);
– SDPM, Success Driven Project Management, Spider Project Team.

Стандарти і принципи управління проектами рекомендують схожі рамки для управління ризиками проекту. Наприклад, Чапман і Верд (Chapman and Ward) [5] визначають масу обмежень і помилок, які виникають, коли ризиками управляють в проектах, навіть якщо менеджер проекту має значний досвід в управлінні ризиками. Основні недоліки, визначені ними, такі [5]:

- первинні заходи з управління ризиками занадто деталізовані і відсутня збалансована взаємодія з різними елементами проекту;
- ідентифікація ризику не може забезпечити хорошу структуру джерел невизначеності і виявити суттєві взаємозв'язки і взаємозалежності між проблемами;
- оцінка ризику сильно залежить від гіпотетичного масштабу проекту, а не від інших видів припущень;
- оцінка ризиків є занадто дорогою, але нерентабельною;
- при оцінці ризику не вдається правильно поєднувати різні джерела невизначеності, тому що вирішальне значення залежностей не охоплено і існує слабка реалізація плану проекту.

Більшість з цих обмежень пов'язані з інтеграцією процесів ризик-менеджменту між собою та з процесами управління проектами.

Процес управління ризиками зазвичай визначається як ітераційний процес, який починається з ідентифікації факторів ризику, з наступною якісною і/або кількісною оцінкою впливу ризику на проект, і, в кінцевому рахунку, приводить до створення стратегії зниження ризиків для підтримки оптимального співвідношення ризику і прибутковості між учасниками проекту [3].

Існує розрив між існуючими методами управління ризиками при виконанні міжнародних проектів зі створення енергетичних систем з плазмохімічними елементами та їх ефективним застосуванням і використанням керівниками і власниками. На даний час не розроблений простий у використанні інструмент управління, який може ідентифікувати і оцінити ризики, притаманні таким проектам. Як наслідок, виникає необхідність розробки такого інструменту.

Проекти зі створення плазмохімічних систем для екологічно чистих енергетичних систем в порівнянні з іншими проектами мають високий рівень ризику, наукової невизначеності і складності, що призводить до більшої ймовірності як перевитрат коштів, так і до можливості повного або часткового невиконання проекту із-за незабезпеченості інтелектуальними та технічними ресурсами. Висока невизначеність початкових гіпотез і припущень, недостатнє розуміння фізико-хімічних процесів, що мають місце при роботі плазмохімічних елементів у складі енергетичних систем, різноманітність і складність взаємозв'язків, незнання макро - і мікро екологічних факторів є причиною складнощів при виявлення ризику в таких

проектах. Проблеми, що випливають з динамічних взаємодій між різними міжнародними, місцевими і специфічними проектними факторами, зумовлюють необхідність систематичного, комплексного і попереджувального процесу ризик-менеджменту в таких проектах.

**Висновки.** 1. В умовах міжнародної інтеграції процеси управління ризиками відіграють значну роль в забезпеченні ефективного функціонування будь-якої організації. 2. Застосування можливостей проектного управління при створенні новітніх плазмохімічних елементів є найбільш доцільним і ефективним підходом до розробки та втілення в життя масштабних міжнародних наукових проектів з використання плазмохімічних технологій, а також до координації цілей та інтересів суб'єктів.

**Список літератури**

1. **Ивасенко А.Г.** Управление проектами: учебное пособие [Текст] / А.Г. Ивасенко, Я.И. Никонова, А.О. Сизова. – Новосибирск: СГГА, 2007. – 198 с.

2. **Романовский Г.Ф.** Плазмохимические системы судовой энергетики [Текст] / Г.Ф. Романовский, С.И. Сербин. – Николаев: УГМТУ, 1998. – 246 с.

3. **Berg H.P.** Risk Management: Procedures, methods and experiences [Text] / H.P. Berg // RT&A. – № 2(17), 2010. – Pp. 79-95.

4. **Bodea C-N.** Project risk simulation methods – a comparative analysis [Text] / C-N. Bodea, A. Purnus // Management & Marketing Challenges for the Knowledge Society. – Vol. 7. - No. 4, 2012. – Pp. 565-580.

5. **Chapman C.** Managing Project Risk and Uncertainty – A Constructively Simple Approach to Decision Making [Text] / Chapman C., Ward S. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2002. – 498 p.

УДК 005.8

## РАЗВИВАЮЩИЕСЯ ПРОЕКТЫ

**Автор:** Марущак И.А.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

В связи с широким распространением развивающихся проектов управление конфигурацией становится чрезвычайно актуальным как в теоретическом, так и в практическом плане. Разрабатываются различные методы, средства- и подходы к эффективному управлению конфигурацией проекта.

Развивающийся проект включает в себя образование новых функциональных областей, которые зарождаются в рамках проекта, а затем могут быть переданы в функциональные подразделения организации.

Развивающийся проект может порождать новые проекты, которые по мере своего развития выделяются, отпочковываются в независимые и самостоятельные. Это означает, что с точки зрения содержания проект и про-

дукция проекта развиваются не только путем последовательного выпуска новых версий продукции, итерационного возврата и перепроектирования конфигурации, но и путем образования новых ветвей дерева продукции, которые в дальнейшем могут отделяться от базового ствола и превращаться в структуры продукции самостоятельных проектов.

Проект создания программного обеспечения — яркий пример развивающегося проекта. Однако развивающийся проект характерен и для других отраслей экономики. Именно развивающийся проект является наиболее распространенным в современной хозяйственной действительности.

Развивающиеся проекты хоть и не имеют определенной конечной цели на момент начала проекта, но все же подразумевают завершение проекта, которое связано с конечностью заложенных технических и организационных решений или же с экономической нецелесообразностью развития проекта в ранее заданном направлении. Однако в настоящее время методология проектного управления находит применение и в управлении долгосрочным развитием больших и сложных социально-экономических систем — территориальных систем мегаполиса, экономического района, региона, области. В таких проектах на момент инициации также нет окончательной, терминальной цели, после которой проект перестает существовать, но в отличие от развивающихся проектов терминальная цель не возникает и в ходе управления проектом. Конечной цели у такого проекта просто не существует, так как развитие естественной социально-экономической системы длится неопределенно долго, и продолжительность проекта определяется не существованием конечной цели, а тенденциями саморазвития системы. Это заставляет отнести такие проекты к самостоятельному типу, имеющему свои характеристики и условия применимости.

Можно сделать вывод, что одной из важных особенностей развивающегося проекта является особое значение таких подсистем проекта, как управление содержанием и управление структурой продукции (часто управление структурой продукции называют управлением конфигурацией; в силу распространенности этого термина будем использовать его как синоним). Если в рамках терминального проекта управление содержанием сводится к одноактному проектированию содержания и продукции проекта и дальнейшему контролю за отклонениями (которые чаще всего нежелательны и допустимы лишь в известных пределах и при определенных обстоятельствах), то развивающийся проект построен на постоянном изменении, совершенствовании и управлении конфигурацией продукции проекта.

УДК 005.8

# КОРИДОРНЫЕ СЕТЕВЫЕ ГРАФИКИ И СЕТЕВЫЕ МАТРИЦЫ

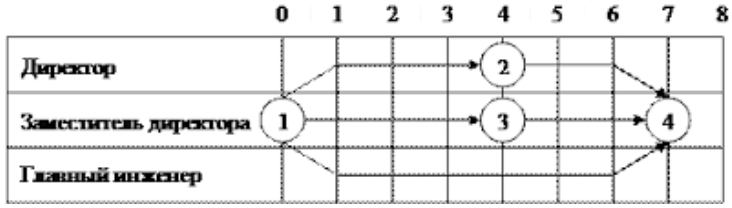
**Автор:** Марущак И.А.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Коридорный сетевой график представляет собой сетевой график, стрелки (работы) которого расположены в горизонтальных коридорах, соответствующих отдельным исполнителям работ или отдельным комплексам работ.

Коридор — горизонтальная зона сетевой модели, объединяющая работы, выполняемые одним исполнителем или относящиеся к одному комплексу (очереди, блоку).

Коридорный сетевой график несет значительно больше информации, чем обычный сетевой график. Это позволяет использовать коридорные сетевые графики в тех случаях, когда простых сетевых графиков для управленческих функций бывает недостаточно.

Сетевая матрица представляет собой коридорно-масштабный сетевой график в разрезе исполнителей работ.




Применение сетевых матриц в процессе управления проектом позволяет:

- представить этот процесс в наглядной форме;
- выявить особенности текущей ситуации, структуру необходимых работ, методы их выполнения;
- проанализировать взаимосвязи между исполнителями и работами;
- подготовить научно обоснованный скоординированный план реализации всего комплекса работ по решению поставленной задачи.

Сетевая матрица представляет собой графическое изображение процессов управления проектом, где все операции, выполнение которых необходимо для достижения конечной цели, показаны в определенной технологической последовательности и взаимозависимости. Сетевая матрица совмещается с календарно-масштабной сеткой времени, которая имеет горизонтальные и вертикальные коридоры. Горизонтальные коридоры обозначают ступени управления, структурные подразделения или должностных лиц, выполняющих ту или иную операцию процесса подготовки, принятия и реализации решения; вертикальные — этапы и отдельные операции процесса принятия решения, протекающие во времени.

Для правильного построения сетевой матрицы помимо общих правил построения сетевых моделей следует придерживаться нескольких специфических правил, непосредственно касающихся сетевых матриц как коридорно-масштабной разновидности сетевых моделей.

УДК 005.8

# АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Автор:** Слободян С.О.,
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев*

Переход украинской судостроительной промышленности к работе в современных экономических условиях оказался сложным и продолжительным процессом. Он вызвал ломку привычных управленческих структур и взаимоотношений как между предприятиями отрасли и заказчиками, так и между судостроительными заводами и предприятиями других отраслей, которые поставляли сырье и комплектующие изделия для судостроения. Поэтому исследование этих вопросов является актуальной научной проблемой, требующей скорейшего решения.

Одной из причин сложившейся ситуации в отрасли является отсутствие государственной поддержки судостроения, которое считается стратегически важным для любой страны. Судостроительная промышленность Украины в настоящее время практически отсутствует на мировом рынке (0,1%), о чем свидетельствуют данные морского классификационного общества Lloyd's Register, [1].

Наиболее острые проблемы, существующие в судостроительной отрасли, вызваны существенным уменьшением объема инвестиций, что привело к резкому снижению коэффициента обновления основных фондов и увеличению их изношенности. Инфраструктурные проблемы, такие как увеличение цен на энергоносители, металл, комплектующие и др., привели к увеличению стоимости заказов на строительство судов.

После перехода к рыночной экономике и отказу от существующих принципов системы планирования и полного государственного финансирования у отечественных судостроительных предприятий возникли абсолютно новые проблемы. Одна из них связана с самостоятельным поиском заказов, который предусматривает необходимость изучения спроса на суда на внутреннем и мировом рынках, готовность строить суда в те сроки, которые удовлетворяют заказчиков и которые будут конкурентоспособными на рынке как по техническими решениями, так и по экономическим показателям.

Судостроение является очень специфической отраслью ввиду того, что продукция, которая выпускается, представляет собой капиталоемкие объ-

екты долгосрочного строительства, с еще большим сроком эксплуатации и низкой серийностью. Поэтому, наиболее сложной задачей для судостроительных предприятий Украины стало создание условий для финансового выживания, одним из элементов которого является управление системой организации финансирования и рационального использования ресурсов при строительстве судов [1, 2].

Представленные в табл.1 данные показывают, что действующая система финансового обеспечения постройки судна ставит украинские судостроительные предприятия, по сравнению с зарубежными, в худшие условия.

**Таблица 1.** Сравнительный анализ условий финансирования строительства судов на украинских и зарубежных верфях

| Параметры | Украина | Зарубежные страны с развитым судостроением |
|---|---|---|
| Процентная ставка по кредиту | более 10% | менее 8% |
| Срок погашения кредита | до 5 лет | более 10 лет |
| Дотации | не применяются | до 30% цены |
| Налоги и пошлины | около 30% цены | до 12% цены |
| Необходимый объем собственных средств | в размере 35-50% стоимости | от 20% цены |

Между тем можно констатировать, что основные судостроительные предприятия Украины (с учетом аннексированных в АР Крым) на сегодняшний день обладают уникальными производственными мощностями (см. табл.2, [3]). Это дает некоторую уверенность в возможности поэтапного




**Рис. 1.** Доходы судостроительных заводов Украины в 2012 году

возрождения отечественного судостроения и повышения его конкурентоспособности на мировом рынке.

Пятерку лидеров среди украинских судостроительных предприятий по объемам доходов составляют: ПАО «Херсонский судостроительный завод», ПАО «Судостроительный завод «Залив», ПАО «Феодосийская судостроительная компания «Море», ПАО «Черноморский судостроительный завод» и ПАО «Вадан Ярдс Океан» [4, 5, 6], см. рис.

Анализ современных производственных мощностей, существующих на перечисленных заводах, а также основные результаты их финансово-хозяйственной деятельности за период 2009-2012 гг., представлены в работе [7].

**Выводы:** 1. Переход украинской судостроительной промышленности к работе в современных экономических условиях является достаточно сложным и длительным процессом, который требует разработки и применения новых принципов системы планирования производства. 2. Основными при-

**Таблица 2.** Возможности судостроительных заводов Украины

| Предприятие | Протяженность построечных мест, м. | Примечания |
|---|---|---|
| АО «Судостроительный завод «Залив», г. Керчь | 1160 | Позволяют строить суда длиной до 300 м. и шириной 50 м. |
| ПАО «Севастопольский морской завод», г. Севастополь | 530 | Богатейший опыт судоремонта и модернизации кораблей и судов |
| ПАО «Херсонский судостроительный завод», г. Херсон | 345 | Богатейший опыт строительства транспортных судов средних размерений |
| ПАО «Вадан Ярдс Океан», г. Николаев | 725 | Позволяют строить суда длиной до 300 м. и шириной 50 м. |
| ГП «Судостроительный завод им. 61 коммунара», г. Николаев | 612 | Богатейший опыт строительства сложных кораблей, судов и судоремонта. |
| ПАО «Черноморский судостроительный завод» (холдинг Smart Maritime), г. Николаев | 1150 | Позволяют строить суда длиной до 300 м. и шириной 50 м. Опыт строительства больших серий траулеров-рыбозаводов |
| ПОА «Завод «Ленинская кузница», г. Киев | 1600 | Опыт строительства больших серий средних траулеров |
| Всего | 4898 | |

чинами спада украинского судостроения являются отсутствие гибкой системы государственной финансовой поддержки и существенное уменьшение объемов отечественных и иностранных инвестиций, приведшие к резкому снижению коэффициента обновления основных фондов предприятий и увеличению их изношенности, а также инфраструктурные проблемы, послужившие следствием увеличения стоимости заказов на строительство судов.
3. Поэтапное повышение конкурентоспособности судостроительных предприятий Украины возможно при условии тщательного учета существующего спроса на суда на внутреннем и мировом рынках, а также немедленной имплементации пакета государственных программ и проведения антикризисных мероприятий на ведущих судостроительных предприятиях.

**Список использованной литературы:**

1. **Слободян С.О.** Сучасний стан та перспективи розвитку суднобудівних підприємств в Україні [Текст] / С.О. Слободян // Зб. наук. праць НУК, №6 (456). – Миколаїв: НУК, 2014. – С.9-14.

2. **Шамрай А.Н.** Повышение конкурентоспособности судостроительного предприятия за счет бюджетирования различных видов его деятельности [Текст] / А.Н. Шамрай // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ, 2010. – №3(35). – С.11-18.

3. **Лисицкий В.** Блог: Судостроение Украины – от упадка к возрождению. Электронный ресурс: [Электронный ресурс]. – Режим доступа http:// www.segodnya.ua/ blogs/lisickiyblog/blog-sudostroenie-ukrainy-ot-upadka-k-vozrozhdeniyu-484682.html.

4. Рейтинг «делающих деньги»: успехи судостроительных заводов Украины в 2012 году. Электронный ресурс: [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.maritimebusinessnews.com.ua/news/shipbuilding/2013/02/22/20287.html.

5. Рынок судостроения. Электронный ресурс: [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.shipbuilding.blox.ua/2010/01 /Rynoksudostroeniya1.html.

6. Суднобудівна галузь України. Її конкурентоспроможність. Электронный ресурс: [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.refine.org.ua.

7. **Войниченко В.** Мировое судостроение – на переломе. Электронный ресурс: [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.tbu.com.ua/articles/mirovoe sudostroenie na perelome.html.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ TETRAPAK

**Авторы**: Смыкодуб Т.Г., Беркунский А.Е.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев*

Эффективность производства, использующего оборудование фирмы Tetrapak, напрямую связана с уменьшением времени простоя оборудования, по причине ликвидации неисправностей узлов и механизмов упаковочного оборудования. Данная проблема решается путем плано-предупредительных работ, то есть заменяются изношенные узлы и детали.

Ресурс работы узлов и механизмов указывает производитель оборудования. При анализе статистических данных о проведенных работах по ликвидации простоев оборудования, было выявлено, что на износ оборудования влияют следующие факторы: страна изготовитель запчастей, качество эксплуатации оборудования, частота эксплуатации, наличие длительных простоев линии розлива, используемые химические вещества при мойке оборудования, квалификация специалиста, обслуживающего оборудование. Также при обработке данных о проведенных работах по ликвидации простоев оборудования, было выявлено, что рекомендации производителя и фактическое время эксплуатации не совпадают, и как следствие поломка оборудования, простой и перерасход бюджета. Как видим актуальным является проблема прогнозирования реальных сроков службы элементов оборудования.

При прогнозировании наиболее перспективными являются модели, построенные на основе искусственных нейронных сетей, поскольку не требует построения модели объекта исследования, как в случае регрессионного анализа [1].

В качестве базовой сети был выбран многослойный персептрон, в качестве функции активации сигмоидальная функция. Входными данными являлись технические и временные показатели, выходными данными принятие решения о проведении работ (да/нет) в заявленный период на оборудовании A3Flex на линиях розлива Ф14, Ф16, Ф17, Ф18, Ф19, Ф20. В качестве обучающей выборки взяты данные с программного обеспечения PLMS offline за период с 2011 по 2013 гг., в качестве тестирующей данные за 2014г. Перед началом обучения сети изучались доверительные интервалы для выходных сигналов, а для обучения сети использовался алгоритм обратного распространения ошибки. В процессе обучения веса настраивались только тогда, когда выходной сигнал превышал допустимое отклонение.

В качестве входных показателей использовались: код страны производителя деталей оборудования; код фирмы производителя деталей оборудования; код оператора, обслуживающего машину; код квалификации наладчика, обслуживающего машину; коэффициент загрузки оборудования (чем меньше машина простаивает, тем меньше на нее влияют внешние факторы: атмосферные и технологические); код химических веществ, применяемых

на данном оборудовании; и т.д. Входные данные предварительно обрабатывались путем логарифмирования, а потом нормализовались, то есть на вход нейросетевых модулей подавались значения в пределах [0,1]. Значения на выходе, превышающие 0,5 означают проводить работы по замене узла, менее 0,5 – не проводить работы.

**Литература**

1. **Тихонов Э.Е.** Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие / Э.Е. Тихонов. - Невинномыск, 2006. – 221 с.
2. **Саймон Хайкин.** Нейронные сети: полный курс, 2-е издание / Хайкин Саймон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 11 04 с.
3. **Головко В.А.** Нейронные сети: обучение, организация и применение / В.А. Головко. – М.: Радиотехника, 2001 . – 256 с.

## АНАЛІЗ СІТКОВОГО ГРАФІКУ ПРОЕКТУ СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПІДВОДНИХ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Автор:** Бабкін г.в.,
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

Структурна декомпозиція робіт проекту створення засобів морської робототехніки (змр )для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів (ппно) є лише першим кроком у розв'язанні задачі по плануванню обсягів робіт. Вона дозволяє виконати оцінювання витрат та ресурсів по роботах проекту у цілому. Проте інформації про потрібний час, календарний термін виконання окремої роботи та як у часі розподіляється потреба у різних ресурсів не дає.

Для успішної реалізації проекту потрібно швидко опрацьовувати значні масиви інформації, що можливо при застосуванні сіткових та календарних графіків. Вони дають змогу оперативно оперувати параметрами часу, вартості та ресурсів [1]. Використанні цих інструментів має низку переваг:

– визначити і наочно представити повний обсяг робіт у вигляді графіків;

– встановити обсяг ресурсів, час та вартість робіт які можливо реально досягти;

– виконати оцінювання бюджету проекту;

– контролювати хід виконання робіт та передбачати подальший перебіг подій;

– ефективно розподілити відповідальність між членами команди проекту;

– визначити критичні роботи переміщувати ресурси, зменшувати ризики і невизначеність.

Характерними рисами проекту створення змр для знешкодження ппно є великий обсяг науково-дослідних робіт та унікальність, то точно виз-

начити тривалість виконання окремих робіт дуже часто буває складно, тому тривалість робіт розглядається як випадкова змінна з відповідним розподілом імовірності, тому визначаються своїми числовими характеристиками, а саме середнім значенням, або математичним очікуванням $\bar{t}_{ij}$ і дисперсією $\sigma^2_{ij}$ [2, 3].

Для визначення числових характеристик $\bar{t}_{ij}$ і $\sigma^2_{ij}$ роботи *Pij* на підставі опитування відповідальних виконавців проекту і експертів визначають три тимчасові оцінки:

**– оптимістичний час (*a*)** — термін виконання роботи, якщо все буде забезпечено ідеально;

**– найбільш імовірний час (*m*)** — очікуваний термін виконання роботи за нормальних умов;

**– песимістичний час (*b*) —** термін виконання роботи, якщо виникнуть суттєві перешкоди.

На підставі цих оцінок виконується розрахунок щодо найбільш імовірного часу на виконання роботи і потім відобразити невизначеність, запропонувати кращий (оптимістичний) і гірший (песимістичний) варіант оцінки часу. При цьому використовується гіпотеза про певний закон розподілу тривалості робіт (так зване β-розподіл).

Загальна тривалість кожного шляху має нормальний закон розподілу з середнім значенням $\bar{t}_j(L)$, рівним сумі середніх значень тривалості складових його робіт і дисперсією, рівній сумі відповідних дисперсій.

Визначення за допомогою сіткових графіків критичного шляху і тривалості виконання робіт інколи показує, що обчислені терміни перевищують планові завдання. Виникає потреба скорочення окремих робіт для забезпечення запланованого строку виконання проекту створення змр.

**Список літератури:**

1. **Батенко, л.п.** управління проектами [текст]: навч. Посібник / л.п.батенко, о.а.загородніх, в.в.ліщинська.– к.: кнеу, 2003. – 231 с.

2. **Вайсман, в.о.** моделі, методи та механізми створення і функціонування проектно-керованої організації [текст]: монографія / в.о.вайсман. – к. : наук. Світ, 2009. – 146 с.

3. **Гольдштейн, г.я.** стратегические аспекты управления ниокр [электронная версия]: монография/ г.я.гольдштейн.– таганрог: изд-во трту, 2000.– 244с.– режим доступа: http://www.aup.ru/files/m56/m56.pdf

УДК 005.8

# ОТРИМАННЯ ПАТЕНТУ УКРАЇНИ НА ВИНАХІД ЯК НАУКОВИЙ ПРОЕКТ

**Автори:** Левченко О.Г., Серопян І.Р,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Поняття «проект» поєднує різноманітні види діяльності, які характеризуються загальними ознаками, такими як: досягнення конкретних цілей, певних результатів; координоване виконання численних взаємопов'язаних дій; обмежена тривалість у часі з певним початком та кінцем [3].

Специфічна якість науки полягає в тому, що якщо в інших галузях людської діяльності використовуються вже існуючі знання, то наука – це та галузь діяльності, де основною метою є отримання нового наукового знання.

Виходячи з вищевикладеного, науковий проект – це обмежений у часі цілеспрямований процес вироблення, теоретичної систематизації та застосування нового наукового знання зі встановленими вимогами до якості результатів, витрат ресурсів і специфічною організацією [2].

Процедуру отримання патенту України на винахід можна також вважати науковим проектом. Патент на винахід – охоронний документ, що засвідчує авторство, дату патентування винаходу і право власності на винахід. Винахід, у свою чергу, є результатом, що може бути отриманий у ході якої-небудь інтелектуальної, творчої діяльності людини в науково-технічній сфері, технології, медицині [1].

В таблиці 1 надано загальний вигляд процедури отримання патенту України на винахід. Його основні складові частини: зацікавлені особи, активи проекту, документи, необхідні для подання заявки на отримання патенту та обов'язкові збори.

Основними етапами реалізації проекту є: підготовка комплекту документів для подання заявки на отримання патенту; узгодження документації; подача заявки до Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності»; одержання рішення про встановлення дати подання заявки від ДП «УІІВ»; повідомлення про завершення формальної експертизи за заявкою від ДП «УІІВ»; підготовка та надсилання документів для проведення кваліфікаційної експертизи; одержання рішення про видачу патенту України на винахід від ДП «УІІВ»; підготовка та надсилання документів для подальшої роботи ДП «УІІВ» за заявкою; одержання патенту України на винахід; підготовка та надсилання документів для підтримання чинності патенту на винахід.

**Таблиця 1** Отримання патенту України на винахід

| № | Зацікавлені особи | Активи проекту | Документи, необхідні для подання заявки на отримання патенту | Обов'язкові збори |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Держава | Люди:<br>- керівництво ВНЗ<br>- винахідники<br>- співробітники сектору інтелектуальної власності | Опис винаходу | Збір за подання заявки на винахід – код 10100 |
| 2 | Автор або колектив авторів | Необоротні активи<br>- аудиторний фонд (кабінети, лабораторії, аудиторії)<br>- оснащення аудиторного фонду<br>- нематеріальні (програми, електронна бібліотека, інтернет)<br>-інші матеріали | Формула винаходу | Збір за публікацію про видачу патенту – код 12400 |
| 3 | ВНЗ:<br>- керівництво<br>- співробітники | Оборотні активи<br>- папір<br>- тонер<br>- канц. товари<br>- хоз. товари | Реферат | Державне мито за видачу патента |
| 4 | Аспіранти | | Заява | Збір за проведення кваліфікаційної експертизи – код 11600 |
| 5 | Студенти | | Креслення та інші ілюстративні матеріали | Збір за подання клопотання про прискорення публікації – код 11400 |
| 6 | Співробітники сектору інтелектуальної власності ВНЗ | | Документ про сплату збору за подання заявки | Збір за 1-й рік чинності патенту – код 13801 |
| 7 | Підприємства, бізнес:<br>- керівництво підприємств<br>- співробітники підприємств | | Документ, який підтверджує наявність підстав для зменшення збору (справка про неприбутковість організації) | Збір за 2-й рік чинності патенту – код 13802 |

**Список використаної літератури**

Закон України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі», Верховна Рада України, від 15 грудня 1993 року N 3687-XII.

**Новиков Д.А., Суханов А.Л.** Модели и механизмы управления научными проектами в ВУЗах. М.: Институт управления образованием РАО, 2005. – 80 с.

Управление проектами: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / И. И. Мазур [и др.]; под общ. ред. И. И. Мазура и В.Д. Шапиро. – 6-е изд., стер. – М.: Издательство «Омега-Л», 2010. – 96 с.: ил., табл. – (Современное бизнес-образование).

УДК 005.8:005.42:005.22:004.378

# УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЗМІСТУ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЦІННІСНОГО ПІДХОДУ

М.І. Цюцюра[1], С.В. Цюцюра[1], О.В. Криворучко[2]

[1] *Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

[2] *Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ*

В Україні понад вісім років проходять процеси глобалізації шляхом впровадження кредитно-модульної системи, створення єдиного світового освітнього простору та ринку праці; в наслідок чого загострюються потреби в наданні якісних освітніх послуг. Це призводить до необхідності створення нових інформаційних технологій (ІТ) різного типу і призначення для забезпечення різноманітних потреб освітньої сфери які базуються на телекомунікаційних та інтернет-технологіях, тобто виступають інформаційними технологіями забезпечення змісту освіти.

Ціннісно-орієнтований підхід у формуванні змісту освіти при якісному наданні освітніх послуг (дистанційна підготовка, інтернет-семінари тощо), надає переваги: можливість підготовки цільової аудиторії абітурієнтів; надання професійно-орієнтованих консультацій абітурієнтам/студентам; економія аудиторних фондів та місць в гуртожитках; оптимізація фінансових витрат університету. Високу ефективність показала практика залучення студентів старших курсів, аспірантів та випускників до формування знань необхідних для забезпечення професійної підготовки осіб, які навчаються та планують навчатись у ВНЗ України. Така практика відповідає концепції електронного навчання з урахуванням життєвого циклу відтворення знань. Функції університету при цьому зводяться до організації навчального процесу – формування навчальних планів, навчальних дисциплін професорсько-викладацьким складом та компетентними особами, а як наслідок наповнення такими розробками освітнього інформаційного простору. Прискорене зниження актуальності, так зване, «старіння» знань у багатьох галузях ускладнюють процеси та технології управління цінностями змісту освіти.

З огляду на вище перераховане, розроблення інформаційної технології управління в освітній сфері, з урахуванням збалансованості показників привабливості та цінності – є актуальною проблемою. Тому системи розвитку змісту освіти, які ґрунтуються на сучасних освітніх та інформаційних технологіях, набувають широкого розповсюдження.

**Метою дослідження** є аналіз, створення, обґрунтування та практична реалізація методів, моделей та засобів контекстної оцінки збалансованих показників цінностей інформаційних технологій управління розвитком змісту освіти. Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

розробити інформаційну технологію ціннісно-орієнтованого управління розвитком змісту освіти з урахуванням протилежно направлених процесів внутрішньої інтеграції та зовнішньої адаптації в умовах динамічного оточення та невизначеності ринку;

запропонувати нову інтеграційну модель, що поєднує ціннісно-орієнтований і змістовний підходи до управління розвитком освітньої сфери та формалізувати методологію ціннісно-орієнтованого управління розвитком змісту освіти;

розробити моделі синергетичного ефекту ціннісних орієнтирів виховання, навчання та змісту освіти на основі ціннісно-орієнтованого підходу, який знімає потребу довільного трактування змісту освіти та його розвитку і робить цей компонент у системі прозорим і однозначним.

формалізувати механізми балансування показників ціннісно-орієнтованого управління розвитком освіти з урахуванням процесів внутрішньої інтеграції та зовнішньої адаптації.

## Список літератури

*Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – 2-е изд., испр.и доп. / Р. Каплан, Д. Нортон. – Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп–Бизнес», 2006. – 320 с.*

*Бушуєв С.Д., Криворучко О.В., Цюцюра М.І. Особливості впровадження стандарту P2M в управлінні проектами розвитку освіти. Тези доповіді. XI Международной научно-практической конференции «Управление проектами в развитии общества», Тема: «Развитие компетентности организации в управлении проектами, программами и портфелями проектов.» Киев 23 - 24 мая 2014. КНУБА, – К.: КНУБА, 2014. – С.12-13.*

*Цюцюра С.В., Криворучко О.В., Цюцюра М.І Визначення місії, бачення і стратегії проектів при впровадженні KPI (ключових показників ефективності) // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип. 10. – С. 62-68.*

*Цюцюра М.І. Вбудовані механізми підвищення ефективності управління проектами розвитку освіти. Конференція Молодих вчених КНУБА 12-14 листопада 2013 – К.: КНУБА, 2013. – С. 18.*

УДК 005.3

# МУЗЕЄФІКАЦІЯ АРТЕФАКТІВ ЯК ЗАКЛЮЧНА ФАЗА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ПІДВОДНОЇ АРХЕОЛОГІЇ

Надточій А.В.,
*Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон*

Підводна археогогія є складовою культурної діяльності суспільства, а її розвиток регламентується на законодавчому рівні [1, 2]. Головні завдання управління проектами підводної археології сформульовані в [3] і передбачають повний спектр робіт від пошуку артефактів до їх використання в інтересах суспільства.

Подальший аналіз проблеми свідчить про необхідність конкретизації основних складових управління проектуми підводної археології, зокрема, прикінцевої її фази – музеєфікації знайдених артефактів. Розглянемо це завдання більш детально.

Пропонується наступний перелік робіт щодо прийняття рішення про музеєфікацію артефактів:

аналіз реєстрів підводної культурної спадщини та прийняття рішення щодо доцільності і можливості їх музеєфікації;

визначення виду і обсягів музеєфікації;

проведення комплексу заходів по організаційному, технічному, кадровому, фінансовому та правовому аспектах робіт щодо музеєфікації артефактів;

практична реалізація запланованого комплексу заходів.

Узагальнена структура управління фазою музеєфікації підводних артефактів наведена на рисунку.

Фаза музеєфікації містить три гілки розвитку сценарію:

консервацію артефактів за місцем їх виявлення (виконується у випадках неможливості чи недоцільності їх музеєфікації);




**Рис. 1.** Узагальнена структура управління фазою музеєфікації підводних артефактів

музеєфікацію у традиційних сухопутних музеях (виконується при встановленні високої культурної та історичної цінності виявлених артефактів шляхом їхнього підйому на поверхню та оформленню експозицій у відповідних музеях);

музеєфікацію шляхом розгортання експозиції під водою в умовах природного знаходження виявлених артефактів за технологією «підводний музей», запропонованою професорами Рижковим С.С. і Блінцовим В.С., Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова (виконується у випадках виявлення артефактів великих розмірів чи у великій кількості, які представляють культурний та історичний інтерес саме завдяки їхньому розташуванню під водою).

Кожна з гілок розвитку сценарію музеєфікації передбачає залучення відповідних організаційних, технічних, кадрових та фінансових ресурсів, для чого необхідноє є розробка відповідних математичних моделей та залучення відповідних методів проектного менеджменту.

До особливостей управління фазою музеєфікації підводних артефактів належить те, що підводна археологічна спадщина відноситься до об'єктів інтернаціонального культурного значеня, тому всі організаційні заходи щодо її дослідження й музеєфікації мають бути узгодженими на міжнародному рівні.

У доповіді наводяться основні результати розробки ресурсного забезпечення проектів підводної археології, які є характерними для фази музеєфікації артефактів світового культурного та науково-археологічного значення.

**Література**

1. Закон України «Про охорону археологічної спадщини» [Текст] / Відомості Верховної Ради України, 2004, N 26, ст.361.

2. Назаров, В. В. Гидроархеологическая карта Черноморской акватории Украины (памятники античной и средневековой эпох) [Текст] / В. В. Назаров // - К. : Стилос, 2003. – 160 с.

3. **Блінцов В. С., Блінцов О. В., Воронов С. О., Надточій А. В.** Наукові задачі управління проектами глибоководних археологічних досліджень / Електронне видання «Вісник НУК», 2012 . – №2.

4. **Блінцов О.В., Надточій А.В.** Узагальнена методика оцінки ефективності підводної техніки у проектах глибоководної археології. // «Восточно-Европейский журнал передовых технологий», 2013. – №1/3(67). – С. 25-29.

УДК 681.3

# ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ АКВАТОРІЙ ЯК ЗАДАЧА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Блінцов В.С.,
*Україна, Миколаїв, Національний університет кораблебудування,*

Грицаєнко М.Г.,
*Головне управління ДСНС України у Миколаївській області*

Останнім часом значно зросла актуальність проблеми розмінування різних ділянок морських і річкових акваторій, розташованих по всій планеті. Це обумовлено, насамперед:

прокладкою газо- і нафтопроводів та кабелів зв'язку по морському й річковому дну;

активним освоєнням морського шельфу, у тому числі й на малих глибинах, де на дні особливо багато вибухонебезпечних предметів;

освоєнням прибережних територій з метою створення нових портів і розширення старих, будівництва житлових і спортивних комплексів.

Акваторії Миколаївщини відносяться до самих напружених у державі, де небезпечні знахідки часів Великої Вітчизняної війни виявляються і сьогодні у масштабах, які обумовили розробку і прийняття низки законодавчих актів [1-3]. Воєнні дії у зоні проведення АТО призвели до того, що підводні потенційно небезпечні об'єкти (ППНО) становлять загрозу практично для річкових та морських акваторій східних областей держави. Тому завдання гуманітарного розмінуваггя на цей час є задачею управління проектуми загальнодержавного значення.

Тут під гумагітарним розмінуванням будемо розуміти є цілий ряд видів діяльності, які призводять до усунення небезпек і ризиків, пов'язаних з мінами, боєприпасами, які не вибухнули, та вибухонебезпечними предметами. Ці види діяльності включають проведення технічних обстежень, складання карт, очищення акваторій, маркування, складання документації щодо розмінували територій, встановлення зв'язків з місцевим населенням з питань, пов'язаних з розмінуванням, і передачу розмінованих акваторій місцевим органам влади.

Завдання очищення акваторій від ППНО має вирішуватись комплексно шляхом послідовного виконання наступних основних етапів:

пошук (технічна розвідка) ППНО;

обстеження, що включає технічний, хімічний та радіаційний моніторинг;

обробка даних обстеження, складання переліку (державного реєстру) об'єктів, що підлягають розмінуванню;

обґрунтування й розробка технології гуманітарного розиінування обраних на попередньому етапі об'єктів;

розробка й узгодження технічного проекту робіт;

підготовка технічних засобів і технологічного оснащення;

організація спеціального підрозділу ДСНС і доставка технічних засобів у район робіт;

обстеження, підготовка ППНО до знешкодження;

створення піднімальних зусиль і підйом на поверхню;

транспортування спеціальними засобами (водними та сухопутними шляхами);

поховання або утилізація.

Очевидно, що масштаби загроз від ППНО вимагають централізації організаційних зусиль та фінансових ресурсів держави на всіх етапах гуманітарного розмінування. Попередній аналіз стану справ у цій галузі свідчить про необхідність створення загальнодержавного органу з підпорядкуванням ДСНС України, який проводив би централізовану організаційну, технічну та інформаційну політику в інтересах держави. Таким органом може бути Державний центр гуманітарного розмінування (ДЦГР) при ДСНС України, на який мають бути покладені всі без виключення завдання з цього напрямку. Організаційна структура ДЦГР має передбачати залучення і керування всіми видами ресурсів для виконання завдань згідно з наведеними вище етапами гуманітарного розмінування та мати добре пророблену правову основу.

Одним з головних питань ефективного функціонування ДЦГР є його технічне і кадрове забезпечення. Далі розглянемо один з базових компонентів технічного забезпечення. Його основу мають складати спеціалізовані судна ДЦГР, оснащені наступним обладнанням для гуманітарного розмінування:

гідракустичний комплекс виявлення ППНО;

відбірник проб води і ґрунту;

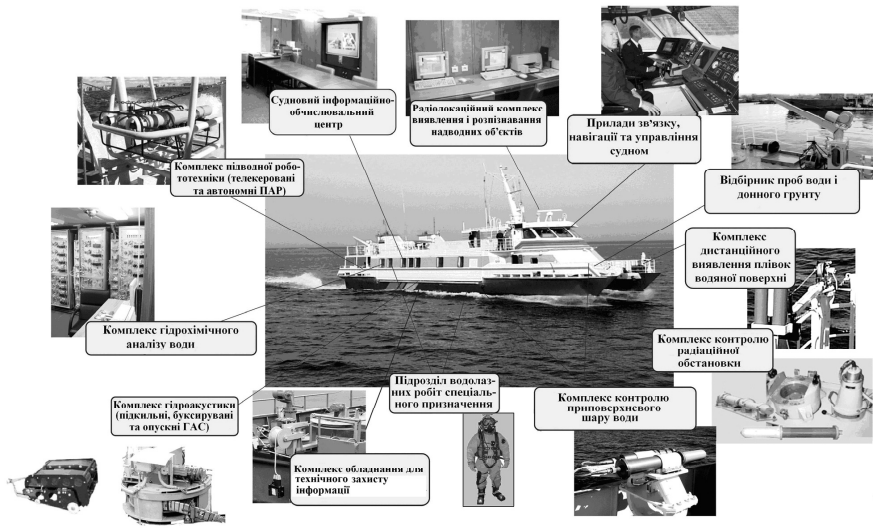



**Рис. 1.** Структура оснащення судна Державного центру гуманітарного розмінування

комплекс контролю радіаційної обстановки;
комплекс гідрохімічного аналізу води;
підрозділ водолазних робіт спеціального призначення;
комплекс підводної робототехніки спеціального призначення.

Структура оснащення такого судна наведена на рис. 1.

У доповіді наводяться результати розробки організаційного і технічного забезпечення ДЦГР.

**Література**

1. Про затвердження Положення про Державний реєстр потенційно небезпечних об`єктів // Постанова Кабінету Міністрів України від 29.08.2002 №1288 (Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 313 (313-2004-п ) від 11.03.2004).

2. Програма пошуку та знешкодження залишків хімічної зброї, затопленої у виключній (морській) економічній зоні, територіальному морі та внутрішніх водах України постанова Кабінету Міністрів України від 25 листопада 1996 р. № 1415 та від 15 березня 2000 р. № 511, продовжено постановою КМУ від 19 квітня 2006 року №541 Термін дії документу 1997-2010 р.р.

3. Закон України «Про Загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013-2017 роки». / Відомості Верховної Ради України, 2013, № 19-20, ст.173.

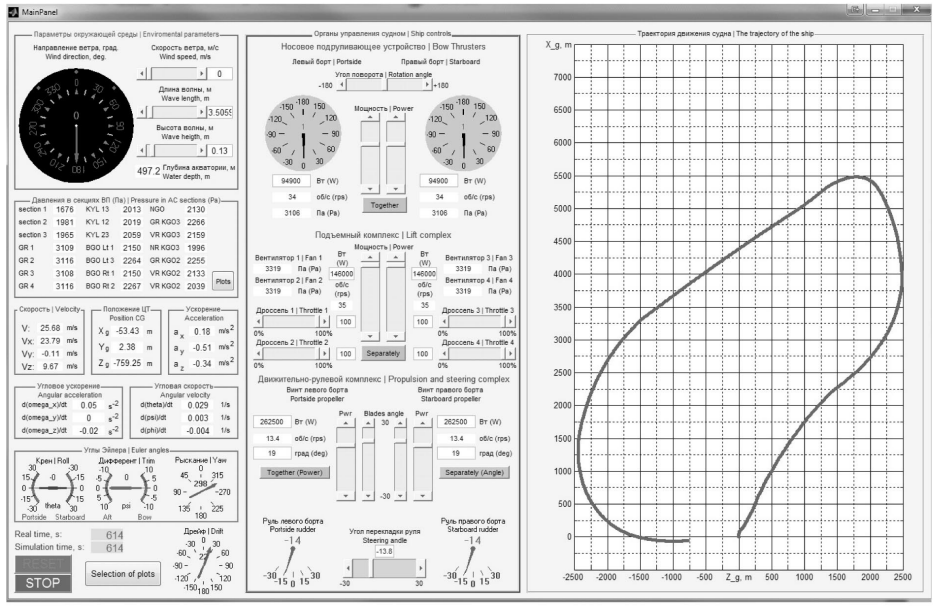


Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС**

**«ИЗЛУЧИНА»**

# ИМИТАЦИОННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
## для моделирования движения с 6 степенями свободы

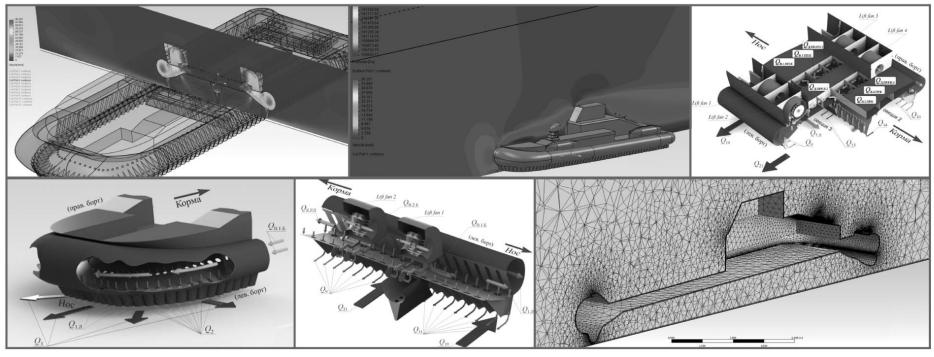



☑ **Любая степень сложности** ☑ **Работа в реальном времени**

☑ **Учет погодных условий** ☑ **Нерегулярное волнение** ☑ **Минимальные допущения**

☑ **Максимальная достоверность** ☑ **Подробное составление математических моделей**

☑ **Выход на берег и движение по заданному ландшафту на берегу**




**Руководитель проекта:**
**д.т.н., профессор Зайцев В. В.**
**тел.: +38 (067) 515-75-53**
**e-mail: zvv1949@gmail.com**

**Научно-исследовательская часть НУК**
**Научно-производственный комплекс «Излучина»**
**e-mail: science@nuos.edu.ua**
**website: nuos.edu.ua/science; тел.: +38 (0512) 709-105**

# Секція 10.
# АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

УДК 656.61:004.04

## КОНЦЕПЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГОСПОДАРСЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

**Автор:** Кириченко О.П.,
*Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Соціально-економічна ситуація, що склалася в Україні при проведенні економічних реформ зумовила загострення ситуації на морському транспорті та виявила ряд проблем, які потребують невідкладного вирішення: спад попиту на вантажні та пасажирські перевезення; зростання цін на ресурси і зниження доходів; зниження конкурентоспроможності вітчизняних морських портів на світовому ринку; невирішеність питань щодо джерел фінансування; низькі темпи впровадження ресурсозберігаючих технологій тощо. Значним чином проявилися недоліки системи управління морськими портами: застарілі схеми і структура органів управління портами; неефективна управлінська інфраструктура; повільний перехід до використання сучасних методів управління; слабкий розвиток нових управлінських функцій: маркетингових, управління якістю послуг, стратегічного управління, контролінгу та ін. Тому дані проблеми потребують вирішення, в першу чергу, на рівні портового топ-менеджменту.

Господарський комплекс морського торгового порту являє собою, з одного боку, єдиний цілісний виробничо-господарську і управлінську структуру, а з іншого, - сукупність взаємопов'язаних між собою підрозділів і служб. Для координації їхньої діяльності та ефективного управління потрібне використання сучасних інформаційно-аналітичних технологій, які дозволять: вилучувати необхідні дані, представлені в різних форматах, з різних джерел і приведення їх до єдиного знаменника; проводити оперативний аналіз господарської та управлінської діяльності підрозділів і служб порту; здійснювати регулярну або планову оцінку стану об'єктів порту.

Концептуальний підхід підвищення ефективності діяльності та розвитку системи управління морського торгового порту передбачає можливість впровадження сучасних інформаційних систем (ІС). їх використання дозволить підвищити оперативність і якість прийнятих управлінських рішень. Впровадження комплексної інформаційної системи вимагає наявності локальних

багатофункціональних ІС, що функціонують в єдиному інформаційному середовищі.

Для реалізації концепції розвитку управління морськими портами (до яких застосовна поширена у світовій практиці ідея корпоративного управління), заснованої на інформаційних технологіях, необхідна модель побудови ІС, що задовольняє сучасним вимогам ведення бізнесу. Вона повинна забезпечувати потреби в інформаційному обліку та автоматизації бізнес-процесів і функцій управління всіх служб морського порту.

Суттєвою рисою даної моделі є розширення контуру автоматизації (від звичайної автоматизації документообігу до автоматизації функцій управління) для отримання замкнутої, саморегульованої, інтегрованої системи, здатної надати можливість гнучкої та оперативної перебудови принципів її функціонування.

Основні вимоги, які висуваються до функціональності ІС, полягають у наступному: відповідність основним принципам бізнесу, забезпечення його керованості; забезпечення єдиного інформаційного простору; адміністрування систем, що входять до складу ІС; використання багаторівневої і багатоаспектної системи аналізу та підготовки прийняття рішень з гнучким і розвиненим графічним інтерфейсом [1].

Для реалізації функціональної повноти і працездатності ІС в її комплекс включаються підсистеми (табл. 1):

**Таблиця 1**

| Назва підсистеми | Функціональний зміст |
|---|---|
| «Діловодство» | система електронного організаційно-розпорядчого документообігу |
| «Адміністрація» | система організації роботи користувачів ІС, що забезпечує розмежування доступу до інформації, захист та архівування даних |
| «Консолідація» | система, що забезпечує надання зведеної інформації про діяльність порту і його підрозділів та служб в цілому |

Пропонована структура інформаційної системи здатна повністю підтримувати модель управління морським портом, дозволить приймати рішення з таких управлінських функцій, як: планування матеріальних і фінансових ресурсів; фіксація всіх даних, що стосуються господарської та управлінської діяльності порту; виявлення відхилень від первинних документів і аналіз причин відхилень; контроль і управління показниками ефективності діяльності структурних підрозділів і всього порту в цілому.

Вибір системи автоматизації управління (насамперед, архітектури управління базами даних) визначає стійкість і можливості розширення бізнесу морського торговельного порту. Оскільки користувачі ІС, як правило, працюють в розподілених мережах, найбільш перспективною є архітектура управління базами даних - «клієнт-сервер». Вона дозволяє розподілити роботу між клієнтською (робочі станції користувачів) і серверною (термінал,

що організовує роботу користувачів в локально-обчислювальній мережі) частинами системи [2].

Для розробки архітектури ІС з розміщенням бізнес-логіки роботи додатків на серверній частини системи найбільш логічно, як показує практика, скористатися принципом моделі з подвійним ланцюжком серверу баз даних. Переваги такої моделі, на відміну від моделей прямого доступу до даних, збережених на сервері, полягають у наступному. По-перше, відбувається зниження трафіку (від прикладного компонента до компоненту уявлення надходить тільки потрібна інформація). По-друге, з'являється можливість централізованого адміністрування прикладних функцій, і як наслідок, підвищення надійності роботи ІС. По-третє, з'являється можливість поділу процедури між кількома додатками і економія ресурсів комп'ютера за рахунок використання одноразового створеного плану виконання процедури.

Побудову структурно-функціональної моделі ІС з архітектурою «клієнт-сервер» доцільно здійснювати із застосуванням прошарового принципу. Цей принцип дозволяє забезпечити формальну специфікацію міжшарових інтерфейсів, що підтримують незалежний розвиток ІС і реалізують її програмні засоби, а також застосування відкритих стандартів для здійснення переходу з програмних модулів одного об'єкта на програми іншого [2].

Імплементація сучасних інформаційних технологій в управлінні морським портом істотно змінює характер і зміст управлінських процесів і функціональних обов'язків, що виконуються адміністрацією порту. Відбувається формування нової інформаційно-орієнтованої культури професійної діяльності управлінських працівників підприємства. Посилюються ефективність і цілеспрямованість їх діяльності, розширюються можливості професійного спілкування, створюються передумови для більш обґрунтованого і оперативного прийняття управлінських рішень.

Таким чином, використання інформаційних технологій для розвитку управління морським портом дозволить: підвищити ефективність управління портом за рахунок забезпечення його персоналу максимально повною, оперативною та достовірною інформацією на основі єдиного банку даних; знизити витрати за рахунок прискореної обробки інформації, спрощення доступу співробітників порту до потрібної інформації; забезпечити надійний облік і контроль надходжень і витрачання коштів на всіх рівнях управління; підвищити ефективність обміну даними між окремими структурними підрозділами і центральним апаратом управління портом.

**Список використаної літератури:**

1. Вебер А.В. Кпоиіісіде-технологии в консалтинге и управлений предприятием / А.В. Вебер, А.Д. Данилов, С.И. Шифрин - СПб.: Наука и техника, 2003, с. 285.

2. Гаспариан М.С. Применение информационньїх технологий в экономике и управлений / М.С. Гаспариан, Г.Н. Лихачева, Е.Ю.Хрусталев, В.П. Божко. - М.: МЗСИ, 2002, с. 478.

УДК 005.21

# ОТ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЙ К МЕНЕДЖМЕНТУ МОРЕХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

**Автор:** Трунин К.С.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Структура МХК Украины (количество его областей), является довольно сложной, что объясняется сложностью такого организма как Мировой океан. Понятно, что освоение Мирового океана и морей нуждается в большом количестве технологий. В разных странах существует свой подход к вопросу классификации и структуры МГК, учитывая национальные особенности (географическое и демографическое условия, структуру экономики, членство в экономических организациях и т.п.). В МХК Украины используются как специальные технологии, используемые только МХК (например, судостроение), но также используемые во многих областях промышленности, т.е. универсальные [1]. В [2] предложена классификация систем технологий МГК. Классификация осуществляется по отраслевому признаку (группы отраслей). Технологии разбиты на технологии получения материалов, которые являются общими или универсальными для всех отраслей (например, технологии получения заготовок для комплектующих: листового проката, профилей и т.п.); подготовительные технологии отрасли (например, технологии изготовления комплектующих и технологической оснастки); технологии отрасли (например, технологии сборки секций корпуса и надстройки судна).

Современные технологии промышленности базируются на основе системного подхода, технология выдает все начальные материалы для экономики, статистики, материального учета ценностей, машин, механизмов, сооружений, а также оценивание эффективности производства тех или других видов продукции [3].

Большое значения приобретает понятие систем технологий МХК. Например, у В.П. Шостака [4] приведенная классификация морских технологий и технических средств, в основу которой положен принцип, исходя из необходимости цельного представления о технической оснащенности процессов изучения и освоение океана (см. Классификация основных технологий и средств изучения и освоение океана, табл. 1.2.1; Классификация вспомогательных технологий и технических средств изучения и освоение океана, табл. 1.2.2) [4, с. 24]. Как отмечал В.П. Шостак, классификация технических средств с выделением даже наиболее характерных признаков – типоразмеров, способа плавания, применяемых технологий затруднена. Группы объектов, выполняя различные функции, объединяются решением одной стратегической задачи на уровне государственных или международных комплексных программ.

Известно появление новой сферы деятельности предприятий, которая получила название "менеджмент технологий" [5], или "менеджмент технологических ресурсов". Модель менеджмента технологических ресурсов

базируется на шести ключевых функциях: активных (оптимизации, обогащение и защиты) и поддерживающих (инвентаризации, оценивании и наблюдении). Основной задачей технологического менеджмента является управление влиянием технологии на менеджмент предприятия для того, чтобы продать товар лучше, быстрее, дешевле и обеспечить предприятию правильную ориентацию в инновационном процессе.

Целью данного исследования является разработка нового подхода и возможностей развития менеджмента в МХК Украины.

Технологический менеджмент как метод управления технологическим потенциалом производственной системы характерен для таких предприятий, для которых технологические системы являются не только используемыми, но и созданными на предприятии [5]. При этом технология является стратегической движущей силой на предприятии. Разработчики технологий, создавая их, преследуют следующие цели: повысить конкурентоспособность своей продукции; вызвать спрос на саму технологию, превратив её в товар. Во втором случае предприятие значительную часть финансовых ресурсов, персонала направляет на научно-исследовательские разработки, стараясь при этом поддерживать высокий уровень товарооборота. Персонал таких предприятий имеет более высокий процент инженерного состава. Для таких предприятий характерным является технологический менеджмент, так как технология на предприятии является ведущей движущей силой.

Выводы. Определена проблема перехода от систем технологий к системам менеджмента, в том числе в морехозяйственом комплексе (МХК) Украины. Разветвленность и большое количество отраслей МХК Украины нуждается в новом подходе к управлению отраслями и созданию менеджмента МХК. Что касается менеджмента МХК Украины, то таких исследований практически не существует. Автор в качестве примера может привести два источника [6,7]. Но в них рассматриваются вопросы общей классификации МХК и кадрового менеджмента на флоте.

Как любая сложная система, системы технологий получили необходимость создания понятия «технологический менеджмент», как один из видов так называемого «отраслевого менеджмента» (например, финансовый менеджмент, торговый менеджмент, инвестиционный, инновационный и др. менеджменты), который в свою очередь делится на целый ряд подотраслевых менеджментов. Т.е. мы можем говорить об образовании систем менеджмента вообще и систем технологий менеджмента МХК отдельно. Таким образом, МХК Украины нуждается в новом подходе к управлению отраслями МХК и созданию менеджмента МХК.

**Литература:**

1. **Трунін К.С.** Структурування морегосподарського комплексу України. // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: Нук, 2014. - №1(451). – 136. (с. 120 – 125).

2. **Трунін К.С.** Системи технологій морегосподарського комплексу України. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали V

Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2014. – 608 с. (с. 458-464).

3. Системи технологій. Навчальний посібник. / В.Г. Шкурупій, Ф.В. Новіков, Ю. В. Шкурупій. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 480 с.

4. **Шостак, В.П.** Эффективность техники освоения океана. Направления проектных исследований [Текст] / В.П. Шостак. – К.: Наукова думка, 2002. – 319 с.

5. **Панченко, Є.Г.** Міжнародний менеджмент: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – 2-ге вид. [Текст] / Є.Г. Панченко. – К.: КНЕУ, 2007. – 468 с.

6. **Стовба, Т. А.** Маркетинг та менеджмент підприємств морегосподарського комплексу: навчальний посібник Текст] / Т. А Стовба. - Херсон : ВНЗ «ХДМІ», 2012. – 255 с.

7. Менеджмент морських ресурсів: навчальний посібник / Уклад.: О.П. Безлуцька та ін. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2011. – 100 с.

УДК 33

## ПРАГМАТИЧНЕ БЮДЖЕТУВАННЯ ЯК МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА В КОНКУРУЮЧІЙ ЕКОНОМІЦІ

**Автор:** Потишняк О. М.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Бюджетування займає провідну роль при формуванні підприємствами інноваційної стратегії. Пояснюється це тим, що діяльність підприємства починається задовго до того, як підприємство починає випускати свою продукцію, і продовжується ще тривалий час після того, як ця продукція була продана.

Так, як і сам бюджет, стратегія підприємства – старе поняття у новій формі. Імовірно, найбільш важливою відмінністю стратегії, яку практикували попередні покоління підприємців, від стратегії сучасних професійних управлінців є в тому, що останні свідомо і чітко формулюють свої цілі і завдання та розробляють бюджети, спрямовані на їх задоволення.

Інноваційна стратегія розвитку є основою стратегії компанії, орієнтованої на ринок.

На наш погляд, в загальному випадку під стратегією потрібно розуміти формулювання основних довгострокових цілей і задач підприємства, узгодження послідовності дій, а також розподілення ресурсів, потрібних для досягнення цих цілей. Із цього визначення випливає наявність трьох відверто виражених фаз стратегічного процесу: аналіз; бюджетування; здійснення бюджету, контроль.

Кожна із цих фаз у свою чергу може бути розбита на окремі етапи, однак для наших цілей підходить базисна модель, яка складається із трьох фаз.

В процесі дослідження виявлено, що в літературі з питань управління нема єдиної точки зору на те, який етап процесу розроблення стратегії інноваційного розвитку повинен бути першим – аналіз можливостей або визначення цілей компанії.

Вважаємо, що процес розробки стратегії інноваційного розвитку можна починати як з пошуку можливостей, так і з визначення цілей. Ці два варіанта потрібно розглядати одночасно. Третім варіантом початку процесу розробки стратегії інноваційного розвитку може бути оцінка наявних ресурсів.

Так, розглядаючи фазу «аналіз і контроль», потрібно відзначити, що в області бухгалтерського обліку ціллю ревізії є систематична, яка проводиться через рівні проміжки часу перевірка фінансової звітності та практики ведення справ. Щоб бути – дійовим, аналіз результатів перевірки повинен носити всебічний, об'єктивний і критичний характер в тому розумінні, що існуюча практика повинна порівнюватися із прийнятими в теорії стандартами і принципами. Щоб приносити користь, ревізія повинна до того ж закінчуватися розробкою рекомендацій та вказівок, яким чином підприємство може покращити свою поточну діяльність. В галузі інноваційного розвитку контроль повинен бути спрямований на досягнення тих же цілей, але в пристосуванні до системи управління інноваційною діяльністю підприємства.

На практиці це звичайно досягається шляхом організації систематичних досліджень інноваційного розвитку, які доповнюють у разі потреби спеціальними епізодичними дослідженнями за конкретними питаннями. В результаті створюється інформаційна база для складання прогнозів, які виступають підґрунтям розроблення програм і стратегій. Звичайно для найближчого та більш-менш визначеного майбутнього робиться докладний короткостроковий прогноз, а для більш віддалених і невизначених періодів майбутнього прогноз намічається лише в загальних рисах. Поняття короткого і тривалого прогнозних періодів відмінні для різних галузей промисловості, однак практичне правило наголошує, що короткостроковий прогноз охоплює період від одного до п'яти років, а довгостроковий – понад п'ять років.

На стадії «бюджетування» стратегічного процесу важливо провести чітку відмінність між тими зовнішніми обмеженнями, з якими підприємство змушене миритися, і тими, які воно може регулювати. Важливо також усвідомити, що в довготривалій перспективі усі твердо встановлені обмеження в якійсь мірі змінювані. Однак із часом зовнішні умови самі будуть змінюватися під впливом науково-технічного прогресу і конкуренції, а тому підприємство повинне прагнути намітити такі цілі, які були б досить визначеними для того, щоб спрямовувати зусилля на їх досягнення, але в той же час були б досить гнучкими і дозволяли б змінювати напрям та точку докладання зусиль у відповідності із вимогами ситуації. При бюджетуванні мистецтво проявляється в умінні розробити стратегію, яка дозволяє найкращим чином використати наявні ресурси, з тим щоб перемістити підприємство із

того місця на ринку, яке воно займає, на те місце, яке воно хоче зайняти.

Власне кажучи «здійснення бюджету» - фаза стратегічного процесу інноваційного розвитку являє собою узагальнене викладання засобів, які повинні бути застосовані для досягнення завданої мети, тоді як використані для цього методи утворюють тактику. Наприклад, стратегія підприємства може бути розрахована на те, щоб «знімати вершки» на конкретному ринку. У цьому випадку відповідна їй тактика повинна передбачати: високу якість продукції; інакший, аніж у інших підприємств, зовнішній вид та упаковку виробу; високу ціну; вибіркове розподілення; прямий продаж; широке технічне обслуговування; ненастирливу рекламу тощо.

Абсолютно очевидно, що успіх будь-якої стратегії залежить від інтеграції тактичних заходів в єдине ціле. Для кожного підприємства існує обмежена кількість альтернативних стратегій, і на визначеному ринку звичайно можна знайти декілька конкуруючих суб`єктів господарювання, які одночасно переслідують одну й ту ж основну ціль. Якщо це так, значить, відмінності, які спостерігаються в результатах їх діяльності визначаються якістю бюджету або ж вибором і застосуванням тактичних засобів. Такі чинники, як матеріальне стимулювання і моральний стан персоналу, з одного боку, роблять важливий вплив на здійснення бюджету, а з іншого – самі залежать від якості бюджету і його реалістичності.

Із усього вище викладеного потрібно відзначити, що функція бюджетування дійсно виступає для суб`єктів підприємницької діяльності «монолітним фундаментом» при формуванні ними інноваційної стратегії в конкуруючій економіці. Тим не менш, провівши теоретичні дослідження та розглянувши точки зору провідних фахівців з питань управління [1-6] та інші, можливо зробити висновок, що бюджетування недостатньо розглядається в спеціальній літературі як метод визначення ефективної інноваційної стратегії підприємства в конкуруючій економіці і залишається малодослідженим. Звідси випливає потреба більш широкого висвітлення теоретичних аспектів цих сторін проблеми.

**Список використаних літературних джерел**

1. **Ансофф И.** Новая корпоративная стратегия / И. Ансофф; [пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского]. – СПб: Издательство «Питер», 2008. – 416 с.

2. **Боумен К.** Стратегия на практике / К. Боумен. – СПб.: Питер, 2003. – 251 с.: ил.

3. **Кемпбелл Э.** Стратегический синергизм / Э. Кемпбелл, К. Саммерс Лачс; [2-е изд.]. – СПб.: Питер, 2004. – 416 с.: ил.

4. **Минцберг Г.** Стратегический процесс / Г. Минцберг, Дж. Б. Куинн, С. Гошал; [пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского]. – СПб: Питер, 2001. – 688 с.: ил.

5. **Минцберг Г.** Школы стратегий / Г. Минцберг, Б. Альстрэнд, Дж. Лэмпел; [пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского]. – СПб: «Питер», 2001. – 336 с.

6. **Хасси Д.** Стратегия и планирование / Д. Хасси; [пер. с англ. под ред. Л. А. Трофимовой]. – СПб: Питер, 2011. – 384 с.: ил.

УДК 005.8: 629.5.083.5

# РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ КЛАСТЕРНОЙ СИСТЕМЕ

**Авторы:** Трушлякова А.Б., Запорожец И.М.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,*

Для обеспечения конкурентных преимуществ на международном рынке судостроения актуальной формой взаимодействия является судостроительная кластерная система. Кластер представляет собой совокупность компаний-участников, вертикально и горизонтально взаимосвязанных, которые одновременно сотрудничают и конкурируют друг с другом. В рамках судостроительного кластера определяется единая стратегия всех его участников, единство производственных, исследовательских и образовательных требований, формируется единая технологическая, логистическая и информационная цепь для ценовой и технологической конкуренции. При этом актуальной задачей создания и функционирования судостроительного кластера является развитие науки и образования, которые на основе партнерства между учебными, научными заведениями и работодателями способны обеспечивать устойчивое развитие кластера.

Ядром кластера являются предприятия, занимающиеся проектированием и строительством новых судов. Предприятия-участники кластера – предприятия среднего и малого бизнеса, деятельность которых связана с проведением научных исследований и разработок, логистике, управлении в рамках территориальных границ кластера [1].

Функционирование судостроительной кластерной системы подразумевает, что все участвующие субъекты выступают в совокупности и одновременно оказывают воздействие на многоуровневую систему подготовки профессионально-специализированных работников необходимой квалификации. Обеспечение развития трудового потенциала происходит на основе системы профессионального образования, повышения его качества и конкурентоспособности, путем объединения ресурсов (материальных, кадровых, информационных, финансовых) образовательных учреждений (рис.1).

На базе кластера создается единая система развития, подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров. В рамках судостроительного кластера образовательные учреждения получают возможность использовать свои наработки, интеллектуальные и информационные ресурсы при тесных взаимосвязях с предприятиями. При этом реализация научных и образовательных услуг осуществляется в условиях жесткой конкуренции. Рынок научных и образовательных услуг – это взаимодействие спроса на услуги со стороны основных хозяйствующих субъектов (предприятий, организаций, государства) с предложением, которое обеспечивают научные и образовательные учреждения [2].

Судостроительная кластерная система способствует непрерывному формированию и повышению квалификации персонала организаций-участников




**Рис. 1.** Взаимосвязь элементов кластерной системы

кластера. Высокую результативность и эффективность квалифицированного труда на основе индивидуальных особенностей человека обеспечивают инновационные образовательные модели.

Актуальной моделью образования становится андрагогика – наука личностной самореализации человека в течении всей его жизни. На современном этапе развития общества данная наука выступает инвестицией в человеческий капитал, необходимый для совершенствования производственных мощностей, социальной и научной сферы. Андрагогика способствует овладению современными способами деятельности специалистов судостроительного кластера и выполняет адаптационную, информационную и развивающую функцию. Основные характеристики андрагогики:

- приоритетность самостоятельного обучения;
- использование жизненного опыта, практических знаний, умений, навыков в качестве базы обучения и источника формализации новых знаний;
- корректировка устаревшего опыта, препятствующего освоению новых знаний;
- обучение на основе личностных потребностей.

Андрагогический подход в научных и образовательных центрах в судостроительной кластерной системе необходимо использовать как важный инструмент управления университетским образованием, который поможет подготовить студентов и специалистов к эффективной работе в профессиональной среде, позволит объединить теоретические навыки с практическим воплощением.

**Литература**

1. **Козырь Б.Ю.** Повышение конкурентоспособности Николаевского региона на платформе кластерных систем / Козырь Б.Ю., Фатеев Н.В. // Экономист. – 2010. - №7. – С. 23-25.

2. **Рыжков С.С.** Кораблестроительный университет во время перемен: задачи, проблемы, перспективы / С.С. Рыжков // Судостроение и морская инфраструктура. – 2014. № 1 (1). – С. 13-15.

УДК 005.664:378

# МАТЕРІАЛЬНА МОТИВАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ СПІВРОБІТНИКІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ В КОНТЕКСТІ ПОЛОЖЕНЬ ЗАКОНУ УКРАЇНИ «ПРО ВИШУ ОСВІТУ»

**Автор:** Парсяк К.В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Управління якістю освітніх послуг складається з формального і неформального компонентів. Перший містить у собі цілу низку обовязкових для виконання регламентів, викладених у нормативних документах. Другий – осереддя соціально-економічних відносин, які формуються та розвиваються між надавачами та отримувачами освітніх послуг, а також між субєктами в середині кожної з цих підсистем. За сприятливих умов вони перебувають в атмосфері творчості та конструктивної ініціативи. Цей ефект досягається, між іншим, застосуванням адекватної мотивації, яка логічно доповнює такі функції менеджменту як планування та контроль. Мотиви, це спонукання до чогось, що суб'єктом мотивації вважається важливим. Природно, що вони відмінні для різних учасників освітнього процесу. Коли ж звертаємося до постаті викладача, то, певні, визначального значення для управління якістю освітніх послуг набуває економічна мотивація (свідомо залишаємо на майбутнє роздуми про адміністративні й соціально-психологічні інструменти заохочення до плідної праці).

Нові перспективи відкриває у цьому контексті новий Закон України «Про вищу освіту» [1]. По-перше, він окреслив межі автономії вищого навчального закладу (ВНЗ) щодо розвитку академічних свобод, організації наукових досліджень, освітнього процесу, внутрішнього управління, включаючи добір та розстановку кадрів і, підкреслюємо, економічну діяльність.

По-друге, ВНЗ надано право відкривати поточні та депозитні рахунки у національній та іноземній валютах в установах державних банків і, відтак, вільно розпоряджатися грошовими коштами, отриманими за надання освітніх послуг, зберігати та примножувати їх.

По-третє, дозволено засновувати сталий фонд (ендавмент) та розпоряджатися доходами від його використання, а також отримувати майно, кошти, матеріальні цінності (будинки, споруди, обладнання, транспортні засоби)

від державних органів, органів місцевого самоврядування, юридичних і фізичних осіб, у тому числі як благодійну допомогу. Це означає появу нових джерел фінансування власних потреб, включаючи матеріальне заохочення підвищення якості освітніх продуктів. Сталі фонди вже існують, зокрема, у Інституті міжнародних відносин Київського національного університету імені Т. Шевченка, Києво-Могилянській академії. За кордоном – у Гарвардському, Йельському, Прінстонському та Стенфордському університетах.

Термін «ендавмент» не вперше з'явився у правовому полі України. Податківці [2, п. 170.7.5] трактують його як суму коштів (цінних паперів), внесених благодійником у банк або іншу фінансову установу, завдяки чому набувачі допомоги отримують нараховані відсотки (дивіденди). Тепер до таких набувачів відносяться і вищі навчальні заклади. Закон України «Про благодійну діяльність та благодійні організації» уточнює [3, ст. 9]: «Зміни цілей, порядку та строків використання благодійного ендавменту можливі лише на підставі згоди благодійника або його правонаступників».

По-четверте, розширені кордони інвестиційної діяльності закладів освіти. Їм дозволено формувати статутний капітал структур з розробки, впровадження та виготовлення інноваційної продукції (наукових, технологічних парків, бізнес-інкубаторів, малих підприємств) шляхом внесення до нього нематеріальних активів; засновувати навчальні та наукові установи.

По-п'яте, за умови відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства, вищі навчальні заклади отримали право надавати платні освітні та інші послуги. Єдине обмеження – вони мають перебувати у номенклатурі, яка затверджується Кабінетом Міністрів України.

По-шосте, відомості щодо планування та використання грошових надходжень до ВНЗ віднесені до категорії публічної інформації. Відповідні рішення (про кошторис, звіт про надходження та використання коштів, тендерні процедури) мають прийматися публічно та прозоро, після обов'язкового громадського обговорення і оприлюднюватися на офіційному веб-сайті.

З наведеної інформації випливають наступні узагальнення: для цілей матеріального заохочення співробітників навчального закладу ($Ф_{мз}$) використовуються лише кошти, які перевищують обсяги доходу від фінансування державного замовлення ($Д_{дз}$); умовою виплати премій є розрахунки ВНЗ за надані йому послуги або поставки для забезпечення операційної діяльності ($В_{ОД}$); бажання покращити статки співробітників не повинно заважати створенню сприятливого робочого та навчального середовища, запровадженню новітніх освітніх технологій ($В_р$). Якщо запропоновані міркування – слушні, отримуємо формулу :

$$Ф_{мз} = Д_{ВНЗ} – Д_{дз} – В_{ОД} – В_р,$$

де $Д_{ВНЗ}$ – дохід ВНЗ від операційної діяльності за звітний період, грн.

Керуючись її логікою, структуруємо бюджет ВНЗ (рис. 1). Очевидно, що уся його економічна діяльність матиме сенс лише за умов виконання головного завдання – забезпечення якості операційної діяльності. З цього приводу звертаємо увагу на пропозицію ввести у науковий та економіко-правовий обіг нову категорію – «суб'єкти автономії ВНЗ». Йдеться про підрозділи

**Рис. 1.** Структура бюджету вищого навчального закладу

та співробітників, які беруть участь у відносинах, пов'язаних із наданням замовникам освітніх послуг. Вони віднесені до трьох категорій: учасники основних (навчальних) процесів «життєвого циклу продукції» (ОНП); ті, хто опікується забезпеченням Системи управління якістю освітніх послуг, та адміністрація. Для того, щоб система стимулів, яка пропонується, заохочувала співробітників до якісної продуктивної діяльності та створення для неї комфортних умов, значення похідних нормативів мають корегуватися за критеріями: популярність освітньої програми, професійні досягнення випускників, сформовані у них компетенції. «Власники» ОНП самостійно визначають критерії успішності персоналу.

**Висновки.** 1. Втягування вищої школи у сферу товарно-ринкових відносин, яке відбулося із незалежних від неї причин, не означає полишення ВНЗ без перспектив на існування. Але для того, щоб обережний оптимізм з цього приводу переріс у реалії активних дій, які спираються на засади академічного капіталізму, має змінитися, перш за все, філософія університетського менеджменту. 2. Його головне завдання полягає у тому, щоб креативна енергія співробітників вищих навчальних закладів, інтелектуальний потенціал, який вони у собі містять, отримали необхідне живлення для трансформації в утворювальну діяльність, узгоджену з нормами чинного законодавства України, міжнародними стандартами якості освітніх послуг; таку, що відповідає очікуванням їх отримувачів й замовників з очевидними для кожного економічними наслідками.

**Література.**

1. Закон України «Про вищу освіту». Електронний ресурс. Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1556-18

2. Податковий кодекс України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17

3. Закону України «Про благодійну діяльність та благодійні організації» [Електронній ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5073-vi

УДК 332.1

## ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ПАРК ЯК БАЗА ДЛЯ СТВОРЕННЯ КЛАСТЕРА

**Автори:** Гурченков О.П., Гришина Н. В., Мандра О.Є.,
*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,*

Інтеграція України у світову господарську систему, євроінтеграційні прагнення нашої держави зумовлюють пошук нових шляхів до підвищення конкурентоспроможності, що є зрозумілим для європейської спільноти.

На сьогоднішній день, сталий соціально-економічний розвиток України, на наш погляд, може бути реалізовано виключно на рівні окремих

адміністративно – територіальних утворень. Значної актуальності набуває, проблема формування ефективної економічної політики та механізмів реалізації, які б забезпечили розвиток економічного стану України.

Закордонний досвід показує, що економічне зростання розвинутих країн, базується на використанні знань та високих технологій у виробництві, а їх взаємозв'язок підвищує прогресивний розвиток країни. Найбільш ефективною формою такої інтеграції є створення індустріальних парків.

Відповідно до Закону України «Про індустріальні парки», індустріальний парк – це земельна ділянка, на якій може здійснюватися різноманітне промислове виробництво, господарська та науково-дослідна діяльність, тобто індустріальний парк і є за своєю сутністю територіально-виробничим кластером, оскільки має прив'язку до конкретної території, на якій повинні здійснюватися різні види економічної діяльності, у т.ч. науково-дослідницької [1]. А наділення його певними податковими та іншими пільгами і роблять його вільною (спеціальною) економічною зоною.

Україні потрібні такі нові інструменти зростання економіки, якими і є ефективно функціонуючі індустріальні парки спеціальної економічної території. Залучення інвестицій є однією із проблем, яка вирішується шляхом створення індустріальних парків України. Практика їх створення показує, що найбільшою перешкодою головних завдань на цьому шляху є: надмірна тривалість реалізації інвестиційної фази проекту для інвестора, що зумовлено бар'єрами при набутті права власності чи отримання в оренду земельної ділянки; відсутність сформованої виробничої інфраструктури на обраній території. Численні погодження, значні організаційні та фінансові витрати, не дозволяють швидко почати бізнес на території індустріальних парків.

Процесу створення індустріальних парків в Україні характерні наступні особливості [1]:

- земельна ділянка, на якій розташований індустріальний парк, повинен ставитися до земель промисловості, і може розташовуватися як в межах населеного пункту, так і за його межами;
- розмір земельної ділянки для індустріального парку повинен бути не менше 15 і не більше 700 гектарів;
- термін використання земельної ділянки під індустріальним парком повинен бути не менше 30 років;
- наявність керуючої компанії;
- індустріальний парк повинен вміщати в себе спеціалізовані об'єкти капітального будівництва та інженерної інфраструктури, які дозволяють здійснювати виробничу діяльність.

Функціонуючий індустріальний парк є базою для формування кластера, що зумовлює наявність керуючої компанії, наявність органів державної та місцевої влади, взаємозв'язок науки та бізнесу, що є необхідною умовою для кластера.

Індустріальний парк, як територіально-виробничий кластер, на нашу думку повинен стати механізмом регулювання позитивних змін в економіці.

За рахунок збільшення податкової бази, формування інвестиційного клімату, посилення соціальної відповідальності бізнесу перед населенням (рис. 1).

На рисунку виявлено, що за таким механізмом може бути ініціатор утворення індустріального парку, учасники територіально-виробничого кластеру, керуюча компанія, на яку покладаються усі обов'язки з облаштування території парку, та учасники парку – господарські товариства та фізичні особи-підприємці.

З вище сказаного, територіально-виробничий кластер у вигляді індустріального парку сприяє визначення місцевою владою пріоритетного напряму діяльності індустріального парку, необхідного для прискореного розвитку регіону в цілому та забезпеченню просторового розвитку та прискорення облаштування території, державно-приватного партнерства у питаннях землекористування.

Сучасна практика дозволяє виділити ключові умови успіху створення, розвитку індустріальних парків та територіальних кластерів, орієнтованих на малий та середній бізнес:

- висока частка малих підприємств виробничої сфери, висока інноваційна активність локального та регіонального промислового сектора.
- достатня ємність ринку праці в зоні транспортної доступності парку.
- універсальна підготовка виробничих приміщень, забезпечення мінімального часу запуску проектів резидентів.
- гнучкість за умовами розміщення (технологічна і фінансова), можливість надання знижок в перший час роботи резидента.
- максимальне сприяння резидентам з боку керуючої компанії в забезпеченні розміщення та надання ресурсів (води, електрики, газу).
- аутсорсинг керуючою компанією частини бізнес-процесів резидентів (бухгалтерський облік, підбір персоналу, охорона).

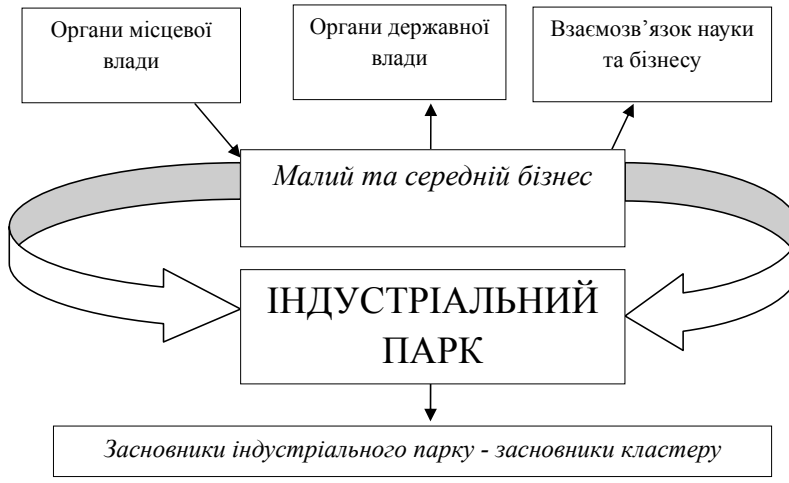



**Рис. 1.** Механізм утворення індустріальних парків та територіальних кластерів

- адміністративна підтримка створення парку на всіх рівнях влади.
- активність керуючої компанії з просування парку і пошуку резидентів.

При організації індустріальних парків для малого виробничого бізнесу особливу важливість представляє вибору місця і масштабу, планований баланс між якірними резидентами малого та середнього бізнесу, опрацювання технологічних потреб резидентів. На відміну від великих промислових зон ефективність індустріальних парків для малого та середнього бізнесу може досягатися вже при розмірах 15-50 га. Однак, вони більшою мірою залежать від свого місця розташування по відношенню до існуючих центрів розселення на території, сформованої енергетичній, логістичної і транспортній інфраструктурі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України «Про індустріальні парки» від 21.06.2012 р. № 5018-VI // [Електронний ресурс].– Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5018-

2.**Молдован О.О.** Доцільність запровадження індустріальних парків в Україні / О.О. Молдован // Економіка промисловості. – 2011. – № 2. – С. 3–9.

3. **Desrochers, P.** Cluster-Based Economic Strategy, Facilitation Policy and the Market Process / P. Desrochers, F. Sautet // The Review of Austrian Economics. – 2011. –17:2/3. –P. 233-245.

4. **Пашкевич М.С.** Новітні механізми регулювання розвитку в Україні / М.С. Пашкевич/ Економіка і регіон № 3 (34). – 2012 С. 10 – 15.

УДК 620.9(477)

# АСПЕКТИ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

**Автори:** Мандра О.Є., Гришина Н. В.,
*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв*

На сьогоднішній день, події в Україні змінили економічну стабільність та зовнішньо - економічну політику країни. Такі зміни, викликані конфліктною ситуацією з Росією, стали важливим елементом у розвитку енергетичної сфери. Для нашої держави виникла жорстка необхідність пошуку нових варіантів співробітництва. Тож набула неабиякої актуальності тема альтернативних джерел палива. Тим паче, що в країнах Європейського Союзу, асоціацію з яким підписала наша держава, активно будується енергетична політика з врахуванням такого перспективного напряму, як нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії (НВДЕ).

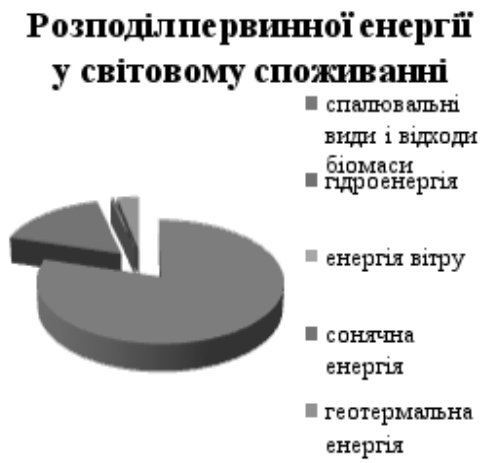
Альтернативна енергетика набуває базового значення в розвитку світових технологій, посідаючи провідне місце поряд з інформаційними

технологіями та нанотехнологіями. Використовуючи абревіатуру НВДЕ, йде мова про гідроелектростанції (великі, середні та малі), сонячну, геотермальну, фотоелектричну та теплову енергію, енергії припливів, хвиль океану, вітру, тверду біомасу, гази з біомаси, рідкі біопалива та відновлюванні муніципальні відходи, теплоенергію, вироблену тепловими насосами, завдяки переробці торфу, шахтного метану та вторинних джерел енергії (скидне тепло, муніципальні промислові відходи, тиск доменного газу та природного газу під час його транспортування).

Основними перевагами ВДЕ в порівнянні з традиційними невідновлювальними джерелами є практично невичерпність ресурсів та зниження негативного впливу на довкілля, включаючи викиди різних забруднюючих речовин, парникових газів, радіоактивне і теплове забруднення тощо.

На сьогоднішній день на відновлювані джерела енергії припадає 14% первинної енергії у світовому споживанні, з них на спалювані види і відходи біомаси припадає 11%, гідроенергію – 2,3%, енергію вітру – 0,026%, сонячну енергію – 0,039%, геотермальну енергію 0,442%. Частка відновлюваної енергії у виробництві електроенергії - 18%, тепла – майже 26% [4].

Держави, які розуміють масштаби загрози енергетичної кризи, інтенсивно розвивають технології і ринки НВДЕ. До таких держав відносять: США, країни ЄС (першочергово, Швецію, Австрію, Фінляндію, Німеччину, Португалію, Іспанію), Японію, Китай. Останніми роками залучились до активної діяльності в цьому напрямі Бразилія та Індія. Завдяки тому ринок НВДЕ у світі набуває все більших розмірів та темпів розвитку. Підтвердженням тому є суми інвестицій за 2013 рік, а саме 71 млрд. доларів США було інвестовано у нові потужності ВДЕ, не беручи до уваги великої гідроенергетики, з них 47 % - у вітроенергетику, 30 % - на фотоелектрику, а також 10 млрд. доларів США – у фотоелектричні виробничі потужності, понад 4 млрд. доларів – у нові заводи з виробництва біопалива та 16 млрд. доларів у дослідження та розробки [4]. Компанії, які займаються НВДЕ стають більш впевненими на ринку через зростання вартості акцій, приязне



ставлення влади та відповідно побудовану політику. Отже, НВДЕ набувають глобального рівня розвитку і можна впевнено казати про можливість ефективного вирішення світових енергетичних проблем у майбутньому.

Україна є досить енергоємною державою, використовуючи при цьому різні види енергоресурсів. Це пов'язано з переважанням енергоємних галузей в галузевій структурі економіки, вагомим технологічним лагом, порівняно з розвиненими країнами, а також відсутністю інвестицій, направлених на підтримку винахідництва та запроваджень інновацій у даній сфері. Основними напрямами відновлюваної енергетики в Україні на сьогодні є: вітроенергетика, сонячна енергетика, біоенергетика, гідроенергетика та геотермальна енергетика. За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, альтернативні джерела в структурі споживання електроенергії в середньостатистичній країни (Україна в тому числі) посідають лише 5% [3], що є досить дивним саме в нашій державі, враховуючи масштабність енергоємного виробництва. Тим паче, що розвиток альтернативної енергетики є не тільки запорукою екологічної безпеки України, але й ключем до енергоефективного високотехнологічного інноваційного виробництва.

Тим не менш, варто звернути увагу на поступові зрушення нашої держави в сфері НВДЕ. Наприклад, у 2012 спостерігалося зростання темпів встановлених потужностей вітроелектростанцій та сонячних електростанцій, що у загальному підрахунку склало збільшення потужностей на 0,9% - майже вдвічі [5]. За даними Енергетичної стратегії України на період до 2030 року [1], створеної Міністерством енергетики та вугільної промисловості України, частка енергії, добутої з альтернативних джерел, має зрости від сьогоднішніх 3% до 20% до 2030 року (таблиця 1).

Проте окреслені перспективи існуватимуть лише в тому разі, якщо існуватиме активна підтримка державою розвитку розробок альтернативних

**Таблиця 1.** Прогнозні показники розвитку використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії України за основними напрямами освоєння, млн у. п. тон/рік.

| Напрями освоєння альтернативних джерел енергії | Рівень розвитку альтернативних джерел енергії по роках | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2005 р. | 2010 р. | 2020 р. | 2030 р. |
| Позабалансові джерела енергії, всього | 13,85 | 15,96 | 18,5 | 22,2 |
| У тому числі шахтний метан | 0,05 | 0,96 | 2,8 | 5,8 |
| Відновлювальні джерела енергії, всього | 1,661 | 3,842 | 12,054 | 35,53 |
| У тому числі: Біоенергетика | 1,3 | 2,7 | 6,3 | 9,2 |
| Сонячна енергетика | 0,003 | 0,032 | 0,284 | 1,1 |
| Мала гідроенергетика | 0,12 | 0,52 | 0,85 | 1,13 |
| Геотермальна енергетика | 0,02 | 0,08 | 0,19 | 0,7 |
| Вітроенергетика | 0,018 | 0,21 | 0,53 | 0,7 |
| Енергія довкілля | 0,2 | 0,3 | 3,9 | 22,7 |
| Усього | 15,51 | 19,83 | 30,55 | 57,73 |

джерел енергії, вивчатимуться та обиратимуться регіони з найбільшими перспективами та можливостями їх впровадження, беручи до уваги економічну доцільність таких рішень. Аби досягти поставленого рівня розвитку НВДЕ в Україні, необхідно:

- переглянути значну частину актів нормативно-законодавчої бази, створивши додаткові стимули для створення та впровадження альтернативних джерел енергії, такі як податкові пільги, преференції, спеціальні умови кредитування та лізингу, дотації та субсидії та ін.;
- забезпечити бажаний рівень політичної підтримки розвитку та впровадження НВДЕ як на державному, так і на місцевому рівнях;
- створити на державному рівні такі умови компаніям-розробникам та виробникам засобів альтернативної енергії, які б надавали певні гарантії уникнення ризиків збитковості;
- підтримати розробки інвестиційних проектів та заохотити проведення відповідних тендерів, які б забезпечили притік необхідний коштів в дану галузь;
- забезпечити необхідне фінансування та підтримку науково-технологічних розробок у сфері альтернативної енергетики, створити грантову систему нагороджень в даній сфері в університетах та наукових центрах;
- модернізувати існуючі підприємства альтернативної енергетики, забезпечити амортизацію основних фондів та підвищити безпечність праці,спираючись на досвід країн-лідерів даної сфери;
- змінити ставлення населення до проблеми вичерпності ресурсів та загроз використання традиційних джерел енергії, донісши важливість альтернативної енергетики через мережу освітніх закладів та Інтернет.

Висновки. Україна – держава енергоємного виробництва, тому проблема розвитку альтернативних джерел стоїть особливо гостро. Наша держава має поступальний характер розвитку та впровадження розробок НВДЕ, відкриваючи перед собою широкі перспективи. Проте аби досягти високо поставленої планки, необхідно корегувати характер державної політики та ставлення населення до цього питання, переглянувши існуючу нормативно-законодавчу базу, забезпечивши належних рівень державної та місцевої підтримки (у нормативному та фінансовому аспектах), підтримуючи та фінансуючи розробки та впровадження в даній сфері та модернізуючи існуючі в Україні підприємства, спираючись на успішний зарубіжних досвід. Забезпечивши окреслене, Україна досягне економічної незалежності та екологічної безпеки, зробить виробництво менш енергоємним, тим самим знизивши собівартість створеної продукції та підвищивши її конкурентоспроможність на вітчизняних та міжнародних ринках, зменшить рівень безробіття в державі, підвищить рівень технологічного оснащення, ставши поряд на один щабель розвитку з розвиненими країнами Європи.

**Список використаних джерел**

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN38530.html

2. Матвійчук М.Ю., Герасимчук Б.П. Економічна доцільність використання альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] // М.Ю. Матвійчук, Б.П. Герасимчук // Економічний форум № 4/2013 – С. 12 - 16 – Режим доступу: file:///D:/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%20%D0%BF%D0%B0%D0%BF%D0%BA%D0%B0%20(3)/ecfor_2013_4_5.pdf.

3. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/.

4. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії в Україні в світлі нових Європейських ініціатив. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://old.niss.gov.ua/Monitor/november08/2.htm.

5. Потужність альтернативної енергетики в Україні за рік зросла вдвічі. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://news.finance.ua/ua/~/1/0/all/2013/02/23/297236.

6. Energy, Electrisity and Nuclear Power for the period up to 2030 / International Atomic Energy Agency, 2010.

УДК 336:629.5

## ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ СУДНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Автори:** Єфімова Г. В., Пащенко О. В.,
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

Суднобудування України – це історично і географічно сформований сектор промислового комплексу країни. Розвиток цього виду діяльності визначений пріоритетним на державному рівні. Проте, не зважаючи на збережені виробничі потужності та структурний потенціал, які можуть забезпечити зростання обсягів виробництва, розвитку цього виду промисловості перешкоджає ряд проблемних питань, одним з яких є обмежене фінансування. Аналіз ситуації в суднобудуванні України свідчить, що підприємства не мають можливості здійснювати будівництво за власні кошти внаслідок дефіциту власного оборотного капіталу. Це призводить до втрати потенційних замовників: іноземні клієнти не погоджуються ризикувати власними коштами за умов нестабільності інвестиційної політики та відсутності відповідних фінансових гарантій з боку держави. Тому умови фінансування суднобудівних замовлень є досить жорсткими (80-100% платежу за допомогою документарних безвідкличних акредитивів або надання банківських гарантій повернення авансових платежів першокласного європейського банку). Банківські установи відмовляють у наданні гарантій або кредитів внаслідок відсутності можливості стягнення заставного майна. Відтак суднобудівні підприємства знаходяться в невигідній позиції, коли замовники диктують свої умови.

Можливим шляхом розв’язання цієї проблеми є створення механізму надання державної фінансової допомоги суднобудівникам з боку держави.

Це дозволить посилити позиції підприємств при проведенні переговорів, скоротити терміни будівництва, зменшити адміністративні витрати. Отримання державної допомоги дозволить підприємствам виходити на ринок з готовою продукцією, а не лише з декларуванням своїх можливостей. Всі перелічені явища й актуалізували розробку механізму фінансового забезпечення суднобудування.

При удосконаленні системи фінансового забезпечення суднобудівної промисловості слід виходити з необхідності державного регулювання її господарської діяльності, а саме, використовувати корпоративні методи управління, виключаючи адміністрування, втручання в оперативну господарську діяльність підвідомчих підприємств. Тому основною задачею для успішного розвитку суднобудування стає переорієнтація методів управління Укроборонпрому з адміністративних на корпоративні, що повинні бути направлені на регулювання господарської діяльності підприємств і створення для них конкурентного середовища в процесі реструктуризації, направленої на здійснення ефективної інвестиційної, фінансово-економічної, виробничо-технічної і цінової політики.

Головна відмінність пропонованого механізму фінансового забезпечення суднобудування від існуючих розробок полягає в тому, що в ньому запропоновано створення фонду державного кредитування для мінімізації корупційних схем в фінансуванні проектів розвитку підприємств, а кошти держбюджету рекомендовано використовувати лише в ролі одноразового джерела поповнення фонду держкредитування.

Фінансування проектів розвитку суднобудівних підприємств пропонується здійснювати за рахунок галузевого резервного фонду і створеного при Укроборонпромі фонду державного кредитування розвитку суднобудівних підприємств, виникнення якого обумовлено тим, що наразі державні підприємства фінансуються з бюджету без повернення, а фінансування інвестицій в проекти розвитку повинно давати віддачу. Тому фонд держкредитування повинен виконувати функції своєрідного державного інвестиційного банку, але тільки по відношенню до підприємств державної форми власності, з відсотковою ставкою на рівні річного темпу приросту інфляції плюс комісія фонду, що покриває його операційні витрати.

За галузевим резервним фондом слід залишити такі функції:

- покриття поточних збитків та оновлення основних засобів нерентабельних державних підприємств у випадку ускладнень умов діяльності за незалежних від них причин;

- надання операційної фінансової допомоги для компенсування непередбачуваних витрат у разі виникнення надзвичайних обставин;

- виділення субвенцій для компенсації виключних витрат при виникненні разових нетипових для підприємства витрат.

Виключення складає функція надання субсидій на розвиток підприємств за результатами конкурсу бізнес-планів, що запропоновано перенести на Фонд державного кредитування, в який держава одноразово виділяє грошові кошти в розмірі, передбаченому бюджетом на технічне переосна-

щення підприємств за рік, після чого він буде поповнюватися за рахунок коштів повернених підприємствами. Фінансування можливо в грошовій і натуральній формах для зменшення можливостей нецільового використання грошових коштів.

Впровадження такої системи фінансування потребує удосконалення на суднобудівних підприємствах зв'язків узгодження і контролю для виявлення обставин, що призводять до додаткових витрат, а саме: в разі надання оперативної фінансової допомоги за рахунок коштів галузевого резервного фонду на відшкодування непередбачених витрат і втрат з вини персоналу, необхідно здійснювати повернення коштів із фонду оплати праці робітників пропорційно нанесеному збитку; в разі нецільового використання вилучати кошти у підприємств, а за рахунок приросту прибутку від отриманих раніше субсидій на технічне переоснащення, реконструкцію і збільшення виробничих потужностей погашати кредит фонду державного кредитування. При цьому з кожним наступним роком буде відбуватися відносна економія грошових коштів галузевого резервного фонду за рахунок наступного зниження дотацій і його поповнення від росту прибутку підприємств, які раніше отримували дотації на відшкодування поточних збитків, разових нетипових і непередбачених витрат.

Запропонований механізм фінансування суднобудівних підприємств та регулювання їх доходів доцільно регламентувати спеціальним законом, щоб мінімізувати корупційні схеми в фінансуванні і відновити кругообіг грошових коштів.

**Висновки.** Результатом ефективного проведення фінансово-економічної політики повинно стати перетворення структури балансу підприємства, при якій показники ліквідності і платоспроможності будуть задовольняти вимогам ринку, а також зникнуть проблеми з погашення та обслуговування боргових зобов'язань.

**Література:**

1. **Беглиця В. П.** Державне регулювання розвитку суднобудівної галузі України в умовах глобальної конкуренції: теорія, методологія, механізми [монографія] / В. П. Беглиця. – Донецьк : ТОВ „Юго-Восток", 2011. – 417 с.

2. **Єфімова Г. В.** Альтернатива банківському кредиту в системі фінансування українського суднобудування і судноплавства / Г. В. Єфімова, В. М. Павелко // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2011. – №6 (441). – С. 97-108.

3. **Пашко Д.В.** Проблеми фінансового забезпечення суднобудівних підприємств /Д .В.Пашко // Культура народов Причерноморья. – 2009. – № 154. – С.53 – 55.

4. **Пащенко О.В.** Необхідність державного регулювання фінансового забезпечення суднобудівних підприємств / О. В. Пащенко, А. І. Зінченко // Економічний аналіз. Збірник наукових праць. – Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2011. – Вип. 9. – Частина 3. – С. 223-228.

5. **Хачатуров Е.Б.** Роль і місце суднобудування в системі соціально-економічного розвитку України / Е.Б. Хачатуров, Д.О. Нікіша // Митна справа. – № 4 (88). – 2013. – С. 101-107.

УДК 331.1

## DEVELOPMENT OF BUILDING ORGANIZATION SYSTEMS OF ENERGY MANAGEMENT AT SHIPYARDS

**Автор:** Fedorenko G. M. .,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Nowadays, all business-world is engulfed in revolution that focuses on improvement of management approaches inside enterprises. Both, top management and middle management of companies try to concentrate on quality side that will lead to a possibility to get such competitive advantages as: increasing of market share, rise efficiency of human resource use and get bigger profit as the result of aforesaid two items.

Shipyards can be considered one of the biggest energy consumers among another enterprisers. This is caused by long technological process of product creation that takes far more time than any product of mass-market. In turn top management of shipyards has already understood such fact that reduction of technological process duration is not the only way to cut costs and increase profit. So the answer is obvious, shipyards need to save money in all areas that are available for improvement and it is time draw attention to the processes inside the companies.

One of such areas where improvement can bring significant results is creating efficient energy management system and proper organizational structure for this system. It is well-known fact that organization system cause great impact on how company operates, and it is turns out that In the same time distribution of power and responsibilities is very painful issue for the majority big businesses. Up-to-date since has three opposite points of view in what way organizational structures can be improved:

- to make organization structure more complicated;
- to simplify organization structure;
- to follow the law of Requisite Variety stating that "variety absorbs variety, defines the minimum number of states necessary for a controller to control a system of a given number of states"[1]. This law was formulated by William Ross Ashby in his work “An Introduction to Cybernetics”.

In our opinion the law of Requisite Variety is one of the necessary approaches that can help to build efficient organization structure of energy resource management. Shipyards need to use not only traditional bureaucratic organizational systems but to modify it with matrix organizational systems [2]. Such conclusion can be made because of functions of energy resources management at the shipyards, which include the following functions:

1. Facility management;
2. Logistics;
3. Energy procurement;
4. Production;
5. Production planning and control;
6. Maintenance;
7. Information technology.

According to this key functions raise a need of department or several departments, where staff will be lodged with appropriate power and responsibilities. Moreover, any kind of energy strategy of shipyard requires implementing a set of activities and projects, that all again confirm a need of flexible structure of executives. Some projects can require involving people who specializes in very narrow areas and only matrix structures connected with sustainable functional (bureaucratic) structure can guarantee appropriate quality and efficiency.

## References

1. **Ashby W. R.** "Introduction to Cybernetics" 1956 Chapman & Hall, London [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://pespmc1.vub.ac.be/ASHBBOOK.html

2. Shah & Littlefield, Aberdeen Group, "Energy Management: Driving Value in Industrial Environments," April 2009 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.rockwellautomation.com/resources/pdf/rockwellsoftware/product-pages/Aberdeen_EnergyManagement.pdf

# Секція 11.
# ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

УДК 378.147

## ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ЗМІНИ СВІТОГЛЯДНО-ІДЕОЛОГІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ВИКЛАДАННЯ СОЦІО-ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗВ'ЯЗКУ З АНЕКСІЄЮ КРИМУ І РОСІЙСЬКОЮ АГРЕСІЄЮ В УКРАЇНІ

**Автор:** Бобіна О. В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Українська соціо-гуманітарна дидактика за неповну четверть століття (одне покоління) вимушена знову змінювати-коригувати свої принципи реагуючи на зміни реального життя. В принципі, для професіоналів-фахівців які представляють соціо-гуманітарне знання ситуація не нова і досить знайома. Знайома з історії підросійської України, з реального життя в СРСР, і в житті незалежної України кінця XX – початку XXI ст.

Вперше зміна методологічної парадигми щодо сприйняття історії, мови, культури України відбувається в другій половині XIX ст. Віхами на шляху такого переосмислення стали роботи М. Костомарова «Дві руські народності» (1861) і М. Грушевського «Звичайна схема «русской истории» і справа раціонального укладу історії східного слов'янства» (1904). Частина московських істориків і всі українські історики зрозуміли «різність» московського (руського) і українського народу, різницю історії, мови, культури цих народів. Підтвердження іншості українців виявилось в революції 1905–1907 рр., в Першій світовій війні 1914–1919 рр., революції і громадянській війні 1917–1921 рр. Цей час і ці події поставили перед московською (руською) т. зв. елітою «українське питання» яке вона не може вирішити і досьогодні.

В СРСР, на відміну від імперської Росії, «коливання гуманітаріїв» були ще виразнішими. Гуманітарії, а частково і технарі, «коливались» в залежності від «коливань ідей генерального секретаря ЦК КПРС і відповідно до лінії партії». Так в 20-ті рр. «українізація – це добре», в 30-ті рр. «українізація – погано». В кінці 20-х рр. «Гітлер – поганий», в кінці 30-х рр. «Гітлер – гарне». В середині 40-х рр. «американці – союзники, Й. Б. Тіто – комуніст і друг СРСР», в кінці 40-х рр. «американці – вороги, Й. Б. Тіто – фашист і

ворог СРСР». Така ситуація зберігається до кінця існування СРСР і КПРС. Тому змінюватись, принаймні ззовні, і суспільство і фахівці навчились. Ось чому різка зміна курсу від проєвропейської (Євро – 2012, круглі столи «Про шлях в Європу») до «Ні – Європі» в 2013 р. сорокарічними були зустрінуті з зрозумілим цінностей. Але молодь, яка ідеологічно не пресингувалась як в СРСР, і свідомість якої не маніпулюється так як в Росії, не зрозуміла цієї ситуації. З точки зору конфліктології відбувалось зіткнення цінностей. Таке зіткнення цінностей є найбільш принциповим і важко вирішуваним. Саме тому, зараз гуманітарії і мають остаточно виявити свої принципи.

В Російській імперії зафіксувалась схема історії, яка з невеликими корекціями панує і зараз в офіційній історії Росії. Московсько-російська імперія є продовженням Київської Русі. Існує єдиний руський народ. Але монголо-татари, литовці і поляки поневолили окремі частини цього народу. Московські царі почали звільнення братів і почали об'єднувати їх. Тому не існує українців, а є «малороссы, южная ветвь русского народа, есть Западная и Юго-западная Россия, есть Малороссия и Новороссия». Хто виступає проти цих постулатів той сепаратист, австрійський шпигун і ворог Великої Росії. Після утворення СРСР (1922) перед комуністами знову постало питання схеми єдиної історії яка могла лягти в підручники шкільної історії. Щодо історії України то, остаточно, елементи цієї схеми були сформульовані в 1954 р. КПРС наказала вважати що: 1) Київська Русь – витвір єдиної руської народності; 2) Київська Русь – колиска трьох братніх народів: білорусів, руських, українців; 3) Руський народ – старший брат, він всім допомагає і захищає; 4) Б. Хмельницький, гарний політик він возз'єднав український і руський народ; 5) українці самі попросились до Московщини і хоча московський цар – це погано, але в даному випадку це добре, бо возз'єднав Україну і Росію.

Крім того, за післявоєнний час, в другій половині XX ст. в СРСР утвердилась ряд міфів і стереотипів щодо всієї історії слов'ян. По-перше, стереотип про єдність всіх слов'ян і східних слов'ян зокрема, про єдину слов'янську долю, про братство всіх слов'ян. Міф-стереотип, про те що СРСР-Росія – всім допоможе поширювався на всіх слов'ян і на весь світ. Міф про те, що сила Росії – в її «святості і непереможності духу». Міф про особливу роль СРСР-Росії і т. ін. При цьому, в Україні на офіційно-державному рівні не акцентувалась увага на складних, неоднозначних, контраверсійних моментах історії і сучасних відносин Україна–Росія. Таким чином на даних міфах-стереотипах будувались ментальні структури масової свідомості в українському суспільстві. А якщо ми врахуємо вільний, нерівноправний вплив російських ЗМІ, активну діяльність структур «Русского мира» та «Истинного патриарха» то можна зрозуміти химери масової свідомості. Одна з таких химер «Руський драматичний театр» і бібліотека ім. Кропивницького в м. Миколаєві. В цих закладах на гроші українців відкрили кабінети «Русского мира», який зараз, російська влада, за допомогою зброї, встановлює в Україні.

Початок важкого процесу звільнення від міфів і стереотипів поклала окупація Криму і вторгнення путінських військ на східні землі України.

Саме тому і саме тепер українська соціогуманітаристика має відправити ці міфі і стереотипи в музей національного безслав'я і національних помилок, а натомість сформулювати нові стереотипи, але не міфі. Потрібно забути, що «білоруси, руські і українці – брати». В міждержавних відносинах не існує братерства, а є жорсткі інтереси і своєю політикою це доказав «старший брат». Потрібно забути, що «Росія завжди поможе». Росія – жорсткий гравець, який розраховує прибуток і не зупиняється перед застосуванням зброї і масових вбивств для досягнення своєї мети. Росія може не дотримуватись домовленостей і порушувати підписані договори. Росія може брехати, говорити неправду, маніпулювати громадською думкою. Росія – не просто має своїх прихильників, а вербує людей для встановлення «русского мира» за допомогою зброї. Як не страшно це визнавати, але більшість росіян підтримує таку політику сучасної російської влади. В зв'язку з цим треба відкинути стереотип, що руський (російський) і український народ (всі етнічні групи) однакові, що вони «браття». Треба визнати що, це різні народи. Народи з різною ментальністю, різною історією, долею і різним суспільним, культурним, політичним, економічним розвитком. Треба визнати, що на східному кордоні України з'явилась держава-ворог з недружнім населенням. Українська гуманітаристика у викладанні історії України, світової і вітчизняної культури, політології і соціології має змінити традиційні схеми, розробити нову систему світобачення, сформулювати нові аргументі захисту українскості.

УДК 378.147:811.111

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ВЛАДЕНИЯ АНГЛИЙСКИМ ЯЗЫКОМ

**Авторы:** Т. В. Киселева, Т. П. Задорожная,

*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Концепция многоязычия является определяющей в подходе Совета Европы к проблеме изучения языков. С этой точки зрения овладение одним или двумя, или даже тремя языками, взятыми отдельно друг от друга, не является целью. Целью становится развитие такого лингвистического репертуара, где есть место всем лингвистическим умениям. Таким образом, задача нацеленная на разработку инструмента, с помощью которого преподаватели языков будут способствовать развитию многоязычной личности приобретает первостепенное значение. Определение уровня владения иностранным языком — ключевой момент этой задачи. Проектной группой «Language learning for European Citizenship» куда вошли Д-р Дж. Трим, Д. Кост, Г. Шнейдер, были разработаны «Общеевропейские рекомендации в сфере изучения, преподавания и оценивания языков». Разработанная система, позволяет преподавателю определить уровень владения иностранным

языком студентов и систематизировать данные о том, что необходимо знать человеку, стремящемуся выучить иностранный язык. Особенностью данной системы является то, что в этом проекте было создана единая терминология и система единиц, которые описывают уровни владения иностранным языком.

Были определены следующие уровни:

Первый уровень владения английским языком — начальный (Beginner). Этот уровень присваивают тем, кто совсем не знает языка;

Следующий уровень — элементарный (Elementary), который подразделяется на два подуровня:

1. Уровень выживания (Survival English) — студент понимает основные выражения и фразы, может представиться или кратко рассказать о себе, может задавать вопросы и участвовать в легких диалогах, знает основные времена и бегло читает.

2. Предсредний уровень (Pre-intermediate) — на этом уровне студент на темы, которые часто встречаются в разговоре. Дойдя до этого этапа, студент уже умеет правильно строить фразы, изучает более сложные времена, ответы и вопросы становятся более длинными и четко поставленными, развернутыми. На этом уровне в процессе обучения очень важна языковая практика.

Третий уровень знания — самостоятельное владение языком. Делится на три подуровня:

1. Средний уровень (Intermediate). На этом этапе студент уже владеет более сложной лексикой. Человек может свободно общаться с носителями языка, читает и переводит длинные тексты.

2. Уровень выше среднего (Upper-intermediate). Данный уровень может быть присвоен студентам, которые умеют общаться, понимают практически всю иностранную речь. Словарный запас таких студентов очень широк.

3. Последний уровень, выделенный системой, — уровень свободного владения языком (Advanced). Студент, которому был присвоен этот уровень, способен воспринимать объемные тексты, видеть в них подтекст, скрытый смысл, понимать переносное значение слов. Человек легко может пользоваться английским языком в профессиональной сфере, не требует времени для подбора слов, зачастую мыслит на английском.

Совершенный, или продвинутый уровень (Proficiency). Этот уровень необходим тем, кто стремится усовершенствовать беглость и использовать язык в профессиональной сфере.

Профессиональный уровень владения. Студент способен говорить спонтанно, речь быстрая, используются разговорные обороты. Может составить выступление или текст, опираясь на несколько письменных источников. Считается, что это уровень носителя языка.

В настоящее время большинство преподавателей используют метод определения уровня CEFR:

1. KET (Key English test) — тест показывает элементарный уровень владения студентом английским языком.

2. Тест PET (Preliminary English Test) и экзамен BEC (Business English Certificate) Preliminary предназначены для определения предсреднего уровня знаний.

3. Тесты FCE (First Certificate in English), сданные на оценку B/C, PET Level 3, BULATS (Business Language Testing Service), BEC Vantage, TOEIC (Test of English for International Communication), IELTS (International English Language Testing System), сданные на 4,5—5,5 балла, и TOEFL (Test of English as a Foreign Language), сданные на высокие баллы — 80—85, предназначены для определения среднего уровня знания языка.

4. Владение уровня языка выше среднего показывает тестирование FCE, сданное на оценку A/B, BEC (Business English Certificate)Vantage или Higher, TOEFL на 100 баллов и IELTS на 5,5—6,5 баллов.

5. Академический экзамен CAE (Cambridge Advanced English), а также IELTS на 7 и TOEFL покажет продвинутый уровень знания.

Таким образом, определения реального уровня знаний является залогом успешного изучения языка.

**Литература:**

**Canale M&Swain M** (1981) A theoretical framework for communicative competence. Washington D.C., TESOL 146 pp.

**Denes P. B., Pinson, E.N.** (1993) The speech chain: the physics and biology of spoken language. 2nd edn. New York, Freeman. 305 pp.

**Nunan D.** The learner-centered curriculum: a study in a second language teaching. Cambridge. CUP (2011) 295 pp.

УДК 383.22

## ПРАКТИКИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНЦІЙ МАГІСТРАНТІВ ФАКУЛЬТЕТУ ЕКОНОМІКИ МОРЯ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

**Автор:** Парсяк В.Н.,
*Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Аналіз тенденцій, притаманних сучасному ринку праці, засвідчив, що перед вищими навчальними закладами повстали актуальні завдання:

пошуку нових шляхів побудови фахових компетенцій магістрантів, які б забезпечили швидку адаптацію випускників до робочих місць, пропонованих їм підприємствами реального сектору економіки, організаціями, представленими на фінансових ринках, державними установами;

досягнення високого рівня конкурентоздатності та і кар'єрного зростання за обраною спеціальністю.

Виходячи з цього пропонується проведення магістерського дослідження впродовж 9-11 семестрів з розподілом на етапи (теоретико-методичний, розрахунково-аналітичний, конструктивно-прикладний), з виділенням відповідного навантаження на кафедри рівномірно трьома траншами.

Наслідком набуття чинності Закону України «Про вищу освіту»[1] стало її реформування з застосуванням компетентісно-орієнтованого підходу до формування знань та професійних навичок замовників освітніх послуг. У цьому прагненні ми спираємося на досвід європейських університетів, з характерними для них професійною орієнтацією; якомога більшим зв'язком навчання з практичним застосуванням отриманих знань; обов'язковими практиками; наданням переваги у науковій діяльності прикладним аспектам досліджень.

Згідно з Дублінськими дескрипторами (*Dublin Descriptors*) [2], які містять загальний опис кваліфікацій за рівнями (підрівнями, етапами, циклами) у термінах компетентностей, випускники магістратури:

мають продемонструвати знання та уміння на рівні, що забезпечують можливість аналізувати, оцінювати і порівнювати альтернативи, генерувати оригінальні ідеї у відповідній галузі знань;

можуть застосовувати свої знання і володіють компетенціями, які дозволяють вирішувати завдання у новому, широкому (міждисциплінарному) контексті у відповідній галузі знань;

спроможні інтегрувати знання, вирішувати складні завдання в умовах неповної інформації з урахуванням соціальної та етичної відповідальності за прийняті рішення;

володіють методами проведення сучасних експериментів і вміють давати науково обґрунтовану інтерпретацію отриманим результатам;

здатні точно, аргументовано доводити до аудиторії фахівців наукову інформацію та свої висновки;

мають компетенції самоосвіти та саморегулювання.

Фахова практична підготовка магістрантів Факультету економіки моря (ФЕМ) Національного університету кораблебудування (НУК) запроваджена на принципах безперервності та логічної послідовності. Вона здійснюється:

по-перше, впродовж 9-10 семестрів на аудиторних заняттях з дисциплін, передбачених навчальним планом, з метою закріплення і поглиблення теоретичних знань, міждисциплінарних зв'язків та формування практичних навичок виконання завдань професійної діяльності;

по-друге, під час практик (табл. 1);

по-третє, на тренінгових курсах, якими завершується кожна з практик.

Як бачимо, система наскрізної практичної підготовки магістрантів охоплює увесь цикл, передбачений графіком навчального процесу. З 90 кредитів магістерської підготовки 20 кредитів становить набуття практичних навичок. З останніх: 8 кредитів – практики; 12 кредитів – тренінгові курси.

**Таблиця 1.** Структура фахової наскрізної практичної підготовки магістрантів ФЕМ

| Найменування | Семестр | | Тривалість |
|---|---|---|---|
| | Проведення | Атестації | |
| Виробнича[1] | 10 | 11 | 2 тижні |
| Педагогічна | 11 | 11 | 2 тижні |
| Науково-дослідницька або наукове стажування | 11 | 11 | 6 тижнів |

Завдання виробничої практики:

випробувати особистий фаховий потенціал в умовах, максимально наближених до реалій майбутнього робочого місця;

ознайомити магістрантів зі структурою підприємств-продуцентів виробів та послуг, особливостями їхньої операційної діяльності, товарною номенклатурою, економічними методами менеджменту; з технологіями застосування методів польових досліджень для накопичення у систематизованому вигляді первинних відомостей про об'єкт дослідження (глибиною не менш як за три роки) для їх подальшим аналізом;

вивчення законодавчих та нормативних актів з регулювання господарської діяльності у відповідній сфері економічної діяльності.

Атестація за підсумками виробничої практики проводиться на підставі письмового звіту, оформленого відповідно до вимог чинних стандартів СУЯ ОП ФЄМ, опублікування у «Збірнику студентських наукових праць НУК» навчально-наукової статті, доповіді на науковій конференції та оцінки участі у тренінговому курсі, визначеному випускаючою кафедрою. Про результати виробничої практики магістранти звітують на початку 11-го семестру. За підсумками атестації виставляється диференційована оцінка.

Під час педагогічної практики студент повинен:

ознайомитися із змістом державного освітнього стандарту та робочим навчальним планом за спеціальністю; навчально-методичним та програмним забезпеченням фахових дисциплін;

відвідати майстер-класи провідних професорів ФЕМ з оцінкою її якості через застосування структурованих форм спостереження;

підготовити та провести практичні (лабораторні) заняття зі студентами з певних тем фахових навчальних дисциплін або лекцію для студентській аудиторії з теми, пов'язаної з науково-дослідною роботою.

Як бачимо, педагогічна практика має результатом: підготовку магістрів (головного кадрового резерву кафедр факультету) до подальшої викладацької роботи; залучення їх до заходів з аудиту якості, проведенні яких передбачено процедурами СУЯ ОП; у випадку проведення занять у навчальних закладах-партнерах – активізацію та підвищення ефективності агітаційно-профорієнтаційної роботи за планом приймальної комісії НУК.

---

[1]Проводиться щотижня в день самостійної роботи студентів або в кінці навчального семестру (за рішенням кафедри)

Атестація за підсумками педагогічної практики проводиться на підставі письмового аналізу якості проведених магістрантом навчальних занять та оцінки участі у тренінговому курсі. За підсумками атестації виставляється диференційована оцінка.

Завдання науково-дослідницької практики магістра:

освоєння сучасної методології наукових досліджень, включаючи вивчення економічних процесів та явищ;

набуття навичок застосувати методичний інструментарій під час роботи над обраною темою;

аналіз первинної інформації, накопиченої під час виробничої практики, економіко-математичне моделювання для виявлення чинних закономірностей розвитку подій, прогнозування перспектив об'єкту дослідження, кількісне вимірювання впливу на нього екзогенних та ендогенних чинників;

ознайомлення з логікою науково-дослідницької роботи (постановка мети, визначення предмету та об'єкту дослідження, опрацювання проблеми з використанням сучасних інформаційних технологій);

використання на практиці методів збору, систематизації та аналізу актуальних відомостей;

вдосконалення і створення нових методів проведення наукових студій;

узагальнення отриманих результатів, побудова на їхньому підґрунті висновків практичних рекомендацій;

оволодіння методами ведення фахових дискусій, прилюдної презентації та відстоювання думок, поглядів, пропозицій щодо їх практичного використання на підприємствах, в організаціях, закладах та установах.

Атестація за підсумками науково-дослідницької практики проводиться на підставі оцінки участі магістранта у тренінговому курсі [3], визначеному випускаючою кафедрою, опублікування наукової статті у «Збірнику студентських наукових праць НУК», доповіді на науковій конференції. Завдання тренінгових курсів полягає у фіксації професійних компетенцій магістрантів щодо їхньої майбутньої діяльності. Вони набувають форму комплексних практичних занять із профільних дисциплін (табл. 2).

Тренінговий курс складається з аудиторної роботи (1/3 від загальної кількості кредитів) та самостійної роботи магістрантів (2/3 від загальної кількості кредитів). Місце проведення – спеціалізовані аудиторії Центру магістерської підготовки ФЕМ. Методичне забезпечення складається з процедур рольової, групової роботи, технологічних карт здійснення робочих операцій за спеціалізацією, пакетів типових документів тощо.

Випускаючі кафедри вже накопичили певний досвід проведення фахових тренінгів та професійних практик. Організаційним підґрунтям для них слугують чисельні договори про науково-навчальне співробітництво, укладені НУК з підприємствами реального сектору економіки та комерційними фінансово-кредитними установами. Серед останніх відомий навіть за межами України «ПриватБанк», історія співпраці з яким налічує вже сім років. Минулого навчального семестру його фахівцями було започатковано

он-лайн практику, яка складалася з 10 модулів теоретичної та практичної підготовки.

**Таблиця 2.** Логічний зв'язок практик та тренінгових курсів

| Магістерська програма з | Найменування практики | Найменування тренінгового курсу |
|---|---|---|
| Економіки | Науково-дослідницька (або наукове стажування) | Методологія наукових досліджень в економіці |
| | Педагогічна | Методика викладання економіки |
| | Виробнича | Обґрунтування проектів розвитку потенціалу підприємства |
| Менеджменту | Науково-дослідницька (або наукове стажування) | Методика та організація наукових досліджень в менеджменті |
| | Педагогічна | Методика викладання менеджменту |
| | Виробнича | Інвестиційний менеджмент<br>Основи управлінського консультування |
| Фінансів | Науково-дослідницька (або наукове стажування) | Методологія наукових досліджень з фінансів |
| | Педагогічна | Методика викладання фінансів, банківської справи та страхування |
| | Виробнича | Фінансовий контролінг<br>Фіскальний менеджмент |
| Бухгалтерського обліку | Науково-дослідницька (або наукове стажування) | Методологія наукових досліджень в обліку |
| | Педагогічна | Методика викладання обліково-аналітичних дисциплін |
| | Виробнича | Бухгалтерський аналіз |

Зокрема: маркетинг у банках, віддалений банкінг, платіжні картки, депозитні вклади та послуги, небанківські послуги, продукти для корпоративних клієнтів, менеджмент у банках. Успішна реалізація проекту сприяла покращенню професійних вмінь студентів, які передбачають застосування модерних інформаційних технологій. За підсумками навчальної та практичної роботи, у підбитті яких взяли участь керівник Миколаївської територіальної дирекції «ПриватБанк» Ф.В. Димов, та шеф департаменту трудових ресурсів С.М. Бірзул, п’ятеро найкращих отримали сертифікати на пріоритетне працевлаштування (детальну інформацію з цього приводу вміщена на офіційному сайті ФЕМ за посиланням: http://fem.nuos.edu.ua/). Як бачимо, вибудуваний спільно механізм працює з обопільною користю для бізнесу та вищого навчального закладу.

Вчена рада, яка виконує місію колективного інноватора освітніх технологій, переконана, що продовження та поглиблення накопиченого факультетом досвіду, наповнення його новим змістом та збагачення

оригінальними й ефективними формами, призведе у кінцевому рахунку до отримання наступних позитивних результатів:

наближення навчальних планів до вимог європейських освітніх стандартів. Створення у такий спосіб передумов для інтенсифікації академічної мобільності студентів, магістрантів та викладачів;

підвищення конкурентної спроможності випускників ФЕМ на регіональному, національному та закордонних ринках робочої сили через посилення їхніх професійних компетенцій;

створення привабливого образу НУК в очах потенційних замовників освітніх послуг, референтних груп, які впливають на прийняття ними рішень з обрання місця навчання, органів державної виконавчої влади та місцевого самоврядування, громадськості;

гарантування стабільного прийому абітурієнтів, що має стати запорукою фінансової автономії вищого навчального закладу, яка набуває особливого значення з огляду на загальну фінансово-економічну та військово-політичну ситуацію в країні, політика щодо ВНЗ, яку проводить Міністерство освіти і науки України.

**Література.**

1. Закон України «Про вищу освіту». Електронний ресурс. Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1556-18

2. Дублінська модель універсальних характеристик компетенцій. Електронний ресурс. Режим доступу: http://kneu.edu.ua/userfiles/dosl_univ_nauky/dublin_descr.pdf

3. Освітньо-професійна програма підготовки магістра за спеціальностями галузі знань «Економіка та підприємництво». [Текст]. К: МОН України. – 2013. – 26 с.

УДК 378.147:811.11

## РОЛЬ МОНОЛОГІЧНОГО МОВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ІНШОМОВНОЇ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ

**Автор:** М. К. Смуглякова, А. А. Гресь,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Інтеграція України у європейський освітній простір та розпочата радикальна реформа системи освіти в Україні орієнтують сучасних викладачів на застосування методів, які сприяють розвитку творчого потенціалу особистості та її самовдосконаленню.

У зв'язку з розширенням міжнародних відносин та зростанням попиту на фахівців із знанням іноземної мови великого значення набуває сьогодні навички монологічного мовлення, яке є найпоширенішою формою спілкування у сфері навчально-професійної діяльності.

Існує таки два види монологічного мовлення, як підготовлене та непідготовлене. Підготовлене мовлення відпрацьовується заздалегідь та застосовується, наприклад, у виступах, лекціях, доповідях та презентаціях. Непідготовлене мовлення є спонтанним та не опирається на попередньо задані мовні одиниці та змістовне планування висловлювання.

Вже на початку навчання іноземній мові необхідно формувати вміння як непідготовленого так й підготовленого монологічного мовлення. На заняттях з початківцями монологічні вислови, як правило, чітко координуються викладачем. Частіше застосовуються такі види роботи, як переказ тексту або короткі висловлювання за змістом тексту.

Монологічне мовлення виконує такі комунікативні функції, як інформативна, емоційно-оціночна, функція впливання та інші.

Залежно від комунікативної функції монологічного мовлення розрізняють такі типи висловлювань, як повідомлення, опис та розповідь.

Формування монологічних умінь складається з трьох етапів. Завдання першого етапу – допомогти студентам міцно засвоїти й закріпити мовний матеріал за темою; навчити висловлювати одну завершену думку; об'єднувати декілька фраз.

На другому етапі завдання – навчити студентів дотримуватись логічного зв'язку речень. Кожне наступне речення повинно доповнювати, розкривати або уточнювати попередню думку. Мовлення набуває послідовного характеру.

На третьому етапу студентів навчають створювати монологічні висловлювання текстового рівня. На цьому етапі здійснюється розвиток умінь виражати своє особисте ставлення до фактів чи подій, формулювати критичну оцінку, міркувати, аргументувати.

Таким чином, навчання монологічному іншомовному мовленню сприяє формуванню у студентів навичок та вмінь виражати свої думки, дозволяє активізувати їх пізнавальну та самостійну діяльність, розвиває в них навички ситуативного та творчого мислення.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. **Скалкин, В.Л.** Основы обучения устной иноязычной речи. – К.: Ленвит, 2004. – 248 с.

2. **Драб, І.М.** Комплекс вправ для навчання іншомовного професійного мовлення студентів-економістів // Іноземні мови. – 2003. – № 2. – с. 17-23.

3. **Ніколаєва, С.Ю., Шерстюк, О.М.** Сучасні підходи до викладання іноземних мов // Іноземні мови – 2001. – № 1. – с. 50 – 58

УДК 37.032:378.14

# РОЛЬ ГУМАНІТАРНИХ ДИСЦИПЛІН У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ

**Автор:** А. В. Міняйлова,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Інтенсивна індустріально-інформаційна трансформація сучасного суспільства в умовах динамічного розвитку цивілізації зумовлює посилення ролі особистості в технічній галузі, що вимагає формування нової генерації інженерів з чіткою особистісною системою поглядів, переконань, зі сформованим світоглядом, здатних до постійного саморозвитку, самовдосконалення й самореалізації.

Інженерна діяльність відбувається на перехресті науки і техніки, в точці зіткнення техносфери, біосфери і соціосфери і спрямована на матеріальне втілення теоретичних розробок, наукових досягнень людства. Тому суспільству сьогодні потрібні інженери, які б адекватно розуміли своє місце в системі глобальних суспільних, виробничих і людських відносин і несли особисту відповідальність за наслідки своєї діяльності, які б розуміли і передбачали тенденції розвитку техносфери, були б здатні зробити прорив за межі своєї галузі в суміжні сфери людської діяльності.

Професійна діяльність інженера, як і будь-яка інша, має свої специфічні особливості і передбачає науковий пошук, творчий підхід до вирішення поставлених завдань, креативність мислення. Вона спрямована на майбутнє, і тому має віддалений у часі результат і можливі наслідки. Ця специфічна особливість професійної діяльності інженера вимагає від нього певних професійних і особистісних якостей – здатність прогнозувати і передбачати, формулювати завдання та розробляти шляхи їх вирішення, обирати правильні рішення і нести за них особисту та юридичну відповідальність. Майбутній інженер має бути здатним до вирішення стратегічних завдань, орієнтуючись на життєтворчі чинники, дотримуватись системи загальнолюдських та національно-духовних цінностей, усвідомлювати мотиви своїх вчинків, відчувати внутрішню необхідність – потребу бути гуманною особистістю, здатною до рефлексії, емпатії тощо. При розв'язанні своїх професійних задач інженер має проявити в максимальній мірі свої особистісні ресурси – світоглядні, моральні та громадянські.

Крім того, сучасна інженерна діяльність носить колективний характер, зумовлений складністю та інтегративністю нових соціоінженерних завдань, потребами оновленого суспільства, рівнем розвитку науки і техніки. У зв'язку з цим, вона вимагає від інженерів колективної роботи, плідної співпраці, співтворчості. Тому продуктивність роботи організації в цілому залежить від характеру міжособистісних стосунків у виробничому колективі. У цьому контексті великого значення набувають комунікативні особистісні якості інженера, здатність працювати в колективі, створювати в ньому доброзичливу атмосферу.

Таким чином, підготовка інженера-фахівця і формування інженера-особистості є двома в однаковій мірі важливими завданнями навчально-виховного процесу технічних ВНЗ. На розв'язання другого завдання спрямований цикл гуманітарних та соціально-економічних дисциплін (історія України, історія української культури, філософія, психологія, соціологія, політологія, правознавство, українська мова, іноземна мова, фізичне виховання, економічна теорія, тощо). Ці дисципліни спрямовані безпосередньо на моральне й духовне становлення студентської молоді, формування її світогляду, чіткої громадянської позиції, на виховання інженерів-дослідників, які б мали широкий науково-технічний і гуманітарний потенціал, були б готові сприймати та трансформувати різноманітну науково-технічну та економічну інформацію, оволодівати мистецтвом управління новими технологічними циклами, особливо в екстремальних ситуаціях. Саме ці науки мають ліквідувати розрізненість наукових знань, якими студенти повинні оволодіти під час навчання, сприяти формуванню цілісної картини світу, гуманістичного світогляду.

Проте, аналіз навчальних планів засвідчив, що на гуманітарні та соціально-економічні дисципліни у навчально-виховному процесі технічних ВНЗ відведено лише 10–14% навчального навантаження студента за весь термін навчання. Це означає, що поки що у системі підготовки інженерів не приділяється належної уваги проблемі формування особистості інженера.

Таким чином, виявляються суттєві суперечності у сучасній системі вищої технічної освіти в підготовці інженерів, які полягають у протиріччі між соціальними потребами суспільства у формуванні особистості майбутніх інженерів та розподілом навчального навантаження.

УДК 378.147:811.111

## ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

**Автори:** С. М. Бєлоусова, О. Б. Давиденко,
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

На сучасному етапі багато методик вивчення іноземної мови у вищих навчальних закладах. Кожна методика має певні особливості, деякі мають більшу популярність і затребуваність, деякі – меншу.

Сьогодні при викладанні англійської мови у вищих навчальних закладах найчастіше використовуються класичні методи:

1) прямий метод;
2) аудіовізуальний і аудіолінгвальний методи;
3) граматико-перекладний метод;
4) комунікативний метод.

Одним з основних методів навчання є прямий метод. Його суть полягає в тому, що викладач приділяє більше уваги вивченню безпосередньо розмовної мови, яку використовують у повсякденному житті. Кращий викладач для прямого методу навчання – це викладач-носій англійської мови.

Граматико-перекладний метод – це класичний метод. Мета граматико-перекладного методу – навчитися читати і перекладати за допомогою граматичних правил. Тексти, пропоновані для читання, зазвичай відносяться до класичної літератури, отже, студент вивчає тільки літературну мову. Потрапивши у мовне середовище, йому буде дуже складно зрозуміти оточуючих, навіть при досконалому знанні академічної мови.

Суть аудіовізуального і аудіолінгвального методів полягає в передачі мови через чіткі структури, заучування відбувається за допомогою аудіо- і відеозаписів. Аудіовізуальний метод навчання передбачає ілюстрування мови відповідними візуальними слайдами, тобто студентам показують відеоролики, художні та документальні фільми англійською мовою. У цьому разі в учнів працює одночасно два канали сприйняття – зоровий і слуховий, в результаті чого у студентів виникають асоціації, що дозволяють краще запам'ятовувати мову. Метою цих методів є оволодіння живою, розмовною мовою.

Сьогодні більша кількість викладачів звертається до комунікативному методу навчання англійської мови, суть якого полягає у створенні реальних ситуацій спілкування. При відтворенні діалогу студент має можливість застосувати на практиці всі отримані знання. Дуже важливою перевагою комунікативного методу є те, що викладач володіє величезним запасом різноманітних вправ: тут використовуються рольові ігри, діалоги – відтворення реальної комунікації.

Комунікативний метод передбачає велику активність студентів. Завдання викладача – залучити до бесіди всіх присутніх в аудиторії. Для кращого запам'ятовування і використання мови необхідно підключити всі канали сприйняття.

У радянський класичний системі навчання іноземним мовам комунікативний метод був не дуже поширеним, однак зараз він набуває важливого значення поряд з традиційним граматико-перекладним методом. Велика кількість викладачів сучасних вузів віддають перевагу саме цим двом методам, нерідко використовуючи їх у комплексі.

Таким чином, аналіз основних напрямів методики викладання англійської мови у вищих навчальних закладах виявів переваги прямого та комунікативного методів, які надають студентам можливість отримати навички вільного спілкування у професійному та повсякденному середовищі.

**Список літератури:**

1. **Вишневський, О.І.** Методика навчання іноземних мов: навч. посібник [Текст] / О.І. Вишневський. – К. : Знання, 2011. – 206 с.

2. **Ніколаєва, С.Ю.** Основи сучасної методики викладання іноземних мов : навч. посібник [Текст] / С.Ю. Ніколаєва – К. : Ленвіт, 2008. – 285 с.

3. **Пассов, Е.И.** Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению [Текст] / Е.И. Пассов – М. : Просвещение, 1991. – 223 с.

4. **Мильруд, Р.П., Максимова, И.Р.** Современные концептуальные принципы коммуникативного обучения ИЯ [Текст] / Р.П. Мильруд, И.Р. Максимова // Иностранные языки в школе. – №4 – 2000.

5. **Павловская, И.Ю.** Методика преподавания иностранных языков (курс лекций на английском языке): Обзор современных методик преподавания [Текст] / И. Ю. Павловская. – СПБ. : Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2003.

УДК 378.147 : 811

## APPLICATION OF VIDEO MATERIALS IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING

**Автори:** В. Г. Фатєєва, В. В. Шарапова,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

The history of language teaching has been characterized by a search for more effective ways of foreign language teaching. Motivating learners, effective learning strategies, technique for teaching the four skills, the role of materials and technology – these are the most urgent tasks for each teacher of any foreign language. In the contemporary epoch of information and technologies all the above mentioned components should be exercised in an absolutely new way, everyone has to deal with computers, the Internet, and other modern and continuously developing technologies.

Nowadays, at National University of Shipbuilding the teachers of the Modern Languages Department extend the educational process, involving students into different activities either organizing any kind of a club or making a great variety of performances such as English Speaking Club, Movie Club, VIP Forum and students' conferences. No one can deny the fact that the best way to learn a foreign language is being surrounded with it. Video materials help us a lot to immerse students into Foreign Language Studying (FLS). Using of video forms in Foreign Language Teaching (FLT) takes real importance. The application of video materials has given us the opportunity to gain a great experience and outline the particularities of their using in FLT. There is a great variety of video materials. Educational movies and films, television programs, documentaries, interviews, cartoons, video clips, infomercials can be involved in class and extra-curriculum activities.

There are several advantages in using video materials in FLT. First of all, they "bring" native speakers into the classroom, helping the teacher to show the models for pronunciation, intonation, and rhythm. Therefore, video helps students to improve their listening and pronunciation skills. Then, video forms give examples of language used in context, providing input of vocabulary, idioms, collocations and grammar in use.

Video materials are an excellent source for the words and phrases that students need to build into their language store. Besides, students not only hear people speaking, but also see the situations in which they occur, and the gestures, facial expressions and emotional messages that accompany the language. Thus, video shows students how people behave in the culture whose language they are learning, as the saying goes: "A picture is worth a thousand words".

As for disadvantages, there is only one - it's a lot of work for the teacher while choosing and preparing the activities and exercises. In general, working with video gives us the opportunity to differentiate teaching process and make it funnier and more interesting.

How can we best use video materials for our students? There are two ways to do it: the acquisition way and the 'learning' way . Using the acquisition method we encourage students to see a complete movie or some part of it without worrying about unfamiliar language: students are supposed to absorb the language as they watch and enjoy the movie. We explain the most important language items that may cause comprehension problems before the video starts. If it is not long, it's better not to interrupt it, once it has begun. If video is rather long, it's better to divide it into some parts. Before playing the video we give students worksheets with some questions to answer and we stop it on the certain part for comprehension check. Monitoring students' comprehension is really important: if it is difficult for students to answer the questions, we ask them to compare the answers or we review the answers aloud before moving on to another scene.

Using the 'learning' method we get students to study the language of video material in some details, with linked exercises and activities. Should be mentioned, that video has to be short and reasonably self-contained. In this case the activity is effective and productive. When the video material is chosen, we create worksheets to work with it. Having a pack of worksheets can be useful for the students, who want to learn more. Also students can choose movie, TV program, documentaries, interviews, cartoons, video clip, infomercials to their liking and create their own worksheets for other students to cope with. It can be a good individual and group work activity for students who love English. We may propose such activity as a concept of homework or a kind of project work. Of course, we check their work before the worksheets are used.

Consequently, the active applying of video materials is the important mean of communicative oriented method in the process of FLT. Working in this direction over the years we have come to the conclusion that the activities with using of video materials really work. Students enjoy them. They have a lot of extra practice, students are motivated towards learning English, they can reveal their talents, show their creativity, self-confidence and self-improvement.

**Reference**

**Solovova E. N.** Ispolzovanie video na urokah inostrannogo yazyika / E. N. Solovova / E. N. Solovova // ELT NEWS & VIEWS. – 2003. – №1. – p.2.

**Kosacheva I., Kosacheva Yu.** Ispolzovanie autentichnyih videokursov v obuchenii angliyskomu yazyiku // Pervoe sentyabrya. Angliyskiy yazyik - 2006. - №3.

**Ilchenko E.I.** Ispolzovanie videozapisi na urokah angliyskogo yazyika / E.I. Ilchenko / Angliyskiy yazyik. – 2003. – №9 – p. 7.

**Ivantsova, N.V.** Informatsyonnye i komunikatsyonnye tekhnologii v obrazovanii [Information and communication technologies in education] Available at: http://dpk-ikt.ucoz.ru/index/oglavlenie/0-29 (Accessed 23 April 2014).

УДК 378.1 (477) : 371.83

## АНАЛІЗ ПОНЯТТЯ СТУДЕНТСЬКОГО САМОВРЯДУВАННЯ

**Автор:** К. Г. Трибулькевич,

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Інститут вищої освіти Національної академії педагогічних наук України, м. Київ*

Проблема студентського самоврядування набуває все більшої значущості з переосмисленням засад організації вищої школи та демократизацією громадського життя в цілому. Метою статті є здійснення аналізу поняття студентського самоврядування та визначення його сутнісних ознак.

Питання студентського самоврядування бере свій початок від часів виникнення перших вищих навчальних закладів. Перші університети Європи (Паризький, 1158; Оксфордський, 1168; Кембриджський, 1209; Празький, 1348; Краковський (Ягеллонський), 1364 та ін.) функціонували на демократичних засадах і участь студентів в управлінні своїм життям була дуже активна. Дослідження А. І. Давидової, Л. П. Зайгатової, Ю. П. Кращенка свідчать: виконавча особа від студентів, яку називали ректор, здійснювала контроль за професійною діяльністю викладача та його взаєминами зі студентами. Старости об'єднувалися по десять осіб у деканати, якими керував декан з числа студентів. До того ж студенти оплачували роботу деяким викладачам, поруч із церквою та владними установами.

Відома як перший вітчизняний вищий навчальний заклад та місце, де знаходили реалізацію демократичні принципи, Києво-Могилянська академія, заснована у 1632 році. Студентське самоврядування у Києво-Могилянській академії поширювалось на участь в управлінні навчальним процесом. Студенти були членами Великої конгенерації в ім'я Пресвятої Діви Марії (Маріїнське братство) та Малої конгенерації в ім'я Св. Князя Володимира. В основу функціонування виховної системи Києво-Могилянської академії та відповідно й студентського самоврядування, були покладені ідеали козацтва: воля, хоробрість, відданість Вітчизні; давні українські традиції; християнська мораль; досвід вітчизняних і зарубіжних педагогів. Регулятором поведінки студентів були внутрішні «правила честі».

Ідеї студентського самоврядування мали свій розвиток і у Львівському університеті, 1661; Харківському імператорському університеті, 1804; Київському університеті св. Володимира, 1834.

На теренах Російської держави студентське самоврядування зародилось значно пізніше, ніж в українських університетах. Датою його становлення називають 1755 рік, а місцем появи – Московський університет (нинішній Московський державний університет) та пов'язують із діяльністю студентської корпорації та конвенту університету. Тоді як в Україні самоврядні студентські організації розвивалися ще століттям раніше. Свідченням цього є дослідження З. І. Хижняк, В. К. Маньківського, які датують 1620 роком появу Студентського або Младєнческого братства (за згадками у грамотах Єрусалімського патріарха Теофана). Згодом, зі створенням Києво-Могилянського колегіуму, Студентське братство було перейменоване П. Могилою на Конґенерацію.

Отже феномен студентського самоврядування має досить тривалу історію, проте термін «самоврядування» з'явився у педагогіці лише наприкінці XIX – початку XX століття. На думку Л. П. Шигапової його виникнення пов'язують із розвитком «нових шкіл» та ідей вільного виховання.

При аналізі поняття самоврядування доцільно взяти до уваги тлумачення даного феномену в політології, соціології, педагогіці.

Узагальнюючи напрацювання політологічних досліджень, отримуємо розуміння поняття самоврядування як феномена, сутність якого базується на принципах демократії, автономності, рівності, активності, громадянської відповідальності, толерантності, взаємоповаги.

Вивчення соціологічної літератури з питань самоврядування дає підстави для формулювання наступного визначення: студентське самоврядування – різновид соціального управління, за умов якого студент є суб'єктом управління справами колективу та власного розвитку.

Системний аналіз свідчить, що питання самоврядування вивчалося здебільшого з огляду на учнівське середовище. Аналіз теорії та практики самоврядування показує, що даний феномен розглядають як багатоманітне явище.

Дослідження питання самоврядування у галузі вищої освіти дозволяє визначити основні погляди науковців на даний феномен. Значна частина вчених розглядає самоврядування як засіб оптимізації навчального процесу у вищий школі: І. Г. Максименко, Л. М. Сергєєва, Т. В. Степура; російські дослідники, – Т. І. Волчок, Г. В. Гарбузова, А. І. Давидова, І. Ф. Єжукова, А. М. Єршов, А. Я. Каламетдінова, І. С. Клименко, О. А. Колмогорова, С. Я. Соломатін, О. В. Стукалова. Самоврядування як органічну частину виховання у вищому навчальному закладі вважають: Т. І. Бондар, О. І. Василькова, Л. В. Делінгевич, Х. П. Мазепа, С. В. Новікова; зарубіжні науковці, – Є. П. Бєлозерцев, С. В. Новіков, О. В. Сайкіна, А. Ф. Шарафєєва. Проте більш всеохоплюючими є погляди на самоврядування як основу організації цілісного навчально-виховного процесу (В. М. Мокляк, Н. П. Онищенко, К. Л. Потопа, Р. В. Сопівник, Л. О. Шеїна; російські вчені Л. Д. Варламова, І. З. Глікман, О. Л. Жук, Л. Я. Зайгатова, І. М. Крещенко, Н. Т. Шигапова, Н. Т. Шафігулліна).

Після здійснення аналізу поняття самоврядування у педагогічній теорії та практиці можна зробити висновок про наступні ознаки студентського самоврядування: активність та ініціативність більшості студентів; наявність органів управління; наявність спільної особистісно цінної і суспільно значущої мети; організована різнопланова діяльність (пізнавальна, спортивна, художня, доброчинна, трудова та ін.); емоційність, відповідальність, самокритичність, взаємодопомога, співробітництво, дружба, захищеність студентів у колективі.

Глибокий аналіз досліджуваного феномену дозволяє визначити студентське самоврядування як форму демократичного устрою життєдіяльності студентського колективу, за якої студенти беруть активну участь у керівництві справами загально-вузівського колективу; студентської спільноти на рівні академічної групи, курсу, студентського об'єднання, вищого навчального закладу в цілому, міста, країни.

УДК 378.147

# ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ МЕТАФОРИЧНИХ АСОЦІАТИВНИХ КАРТ У ВИКЛАДАННІ ПСИХОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

**Автори:** І. В. Коростильова,

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Метафоричні асоціативні карти були створені не так давно, але вони вже досить широко використовуються як один з успішних інструментів для психологів-консультантів, психотерапевтів, соціальних працівників,коучів, бізнес-тренерів для групової та індивідуальної роботи.

Створення МАК пов'язано з іменами художника Елі Рамана, психотерапевта Джо Шліхтера та видавця Моріца Егетмаєра.

Метафоричні асоціативні карти – картинки, що мають розмір звичайних грального карт на яких можуть бути зображені предмети, пейзажі, тварини (як реальні,існуючі, так і неіснуючі, вигадані), люди, казкові герої,ситуації,або просто плями чи абстрактні лінії. Вони не мають закріплених стійких значень та інтерпретацій,що дозволяє в досить короткий строк вийти на «контакт» з несвідомим людини. Це досить зручний інструмент як для групової так і для індивідуальної роботи, який можна використовувати для роботи як з дорослими так і з дітьми. Карти інтернаціональні, тому сприймаються представниками різних культур, підходять для роботи з людьми будь якої статі, віку та соціального становища. Використання цього інструменту надає можливість одночасно залучати емоційну, ментальну та тілесну сфери людини, тим самим допомагає досить швидко створювати в процесі роботи обстановку взаємодії та вільного, безоцінкового обміну думками.

Карти досить швидко розповсюджуються світом та використовуються фахівцями різних країн та, як вже зазначалося профілей. Але не досить активно застосовуються в освітній діяльності що є досить несправедливо. Адже асоціативні карти працюють не стільки через когнітивний механізм, скільки через інтуїтивне, емоційне сприйняття, тобто, вони покликані стимулювати, насамперед, образно-інтуїтивну праву півкулю головного мозку, а не раціонально-словесну ліву. А саме цього дуже бракує нашій системі освіти, яка перевантажує раціональне мислення та ігнорує, навіть іноді зневажає почуття, інтуїцію студента, його унікальність.

Малюнки на картах є неоднозначними, розмитими або філософськи-узагальненими; тому вони є чудовим підґрунтям для проектування: «матеріалізації», візуалізації нашого внутрішнього світу – імпульсів, страхів, бажань, очікувань, цінностей тощо...

Працювати з асоціативними картами можна як відкрито, явно (з відкритим, повернутим догори, малюнком чи словом), так і наосліп (сорочкою доверху). Коли карта відкрита, і людина бачить, що саме вона вибирає, включається аналіз, раціональне мислення, «цензура» і захисні механізми. А для внутрішньої роботи над собою важливо перевести процес з раціонально-когнітивної сфери в інтуїтивну: пробудити спонтанність і креативність, спробувати «обійти» захисні механізми і внутрішні опори. Вибір наосліп часто дає можливість зафіксувати сам факт опору, – специфічну емоційну реакцію людини на витягнуту карту, проблеми з її інтерпретацією, «нерозуміння» карти, відмову від роботи з нею та ін.,але саме в «сліпому» виборі розвивається вміння зустрічати і приймати несподіване, неочікуване, незаплановане, що може становити великі труднощі для частини людей, становити їхню проблему, яка потребує корекції. Проте, це наближає роботу з картами до особливостей реального життя, в якому людина доволі часто стикається з тим, що пропонує їй випадок.

Далі хочу навести приклад практичного заняття з психології задачею якого є повторення та засвоєння деяких теоретичних основ, що були окреслені в ході лекційного заняття на тему «Стратегії поведінки в конфліктних ситуаціях».

*Хід заняття:*

1. Знайомство з картами. Викладач коротко розповідає про карти, знайомить з правилами «етикету» якого учасники мають дотримуватися в ході заняття,пропонує «потримати» карти, роздивитися їх.

2. Встановлення контакту. Використовується колода карт «ОН». Кожний учасник наосліп вибирає 2 карти: карту-слово та карту-картинку. Далі по черзі викладає карту-картинку на карту-слово і розповідає про те, що він бачить на картці (що на ній зображено,подобається це йому чи ні, які почуття та емоції викликає) та розповідає про свої асоціації зі словом, що на картці (яке воно має значення, які почуття визиває, подобається чи ні). Виконання цієї вправи дозволяє створити атмосферу зацікавленості, невимушеності та відкритості,студенти ближче знайомляться з інструментом, з яким їм доведеться працювати.

Ця вправа дозволяє також визначити домінуючу півкулю головного мозку.

3. Розвиток гнучкості мислення. Карти – рамки залишаються на столі і далі кожен з учасників гри в довільному порядку кладе свою картинку на будь яку (не свою) карту-рамку, пояснюючи що це означає з його точки зору. Вправа сприяє формуванню гнучкості мислення,толерантності, терпимості до точки зору іншого, формує навичку розглядати ситуації з різних позицій.

4. Самопрезентація. Використовується колода «Persona» та «Personita». Студентам пропонується відкритим або закритим способом вибрати карту, з якою він асоціює себе. Далі по черзі в довільному порядку учасники викладають свої «портрети» і розповідають про себе від першої особи (ім'я, вік,.в якій країні живе, чим цікавиться, рід професійних занять, тощо). Вправа сприяє усвідомленню деяких своїх рис, поведінкових стереотипів,«проекцій», цінностей,вчить розмірковувати про самого себе.

5. Ідентифікація та емпатія. Викладач вибирає декілька карт і кладе їх на середину столу і дає завдання подумати і сказати чим цей персонаж може не подобатись персонажу студента, в чому причина того, що вони не спілкуються. Як правило, студенти дуже жваво і швидко реагують на це завдання, воно дається їм дуже легко. Але після виконання першої частини, викладач дає завдання подумати і розказати а що ж хорошого в цій людині, на основі яких інтересів, цінностей, навичок, поглядів вони могли б все ж таки підтримувати стосунки. Виконання вправи дозволяє ще глибше зрозуміти деякі риси свого характеру, актуалізувати необхідність ідентифікації та емпатії в процесі спілкування та інтеріоризації цих властивостей.

6. Складання історії. Це центральна вправа всього заняття. Виконуючи всі попередні завдання, засвоюючи всі «уроки» попередніх завдань,поступово створюючи і одночасно занурюючись у атмосферу творчості, невимушеності, відкритості учасники готуються до виконання найскладнішого завдання. Для виконання цієї вправи всі студенти діляться на групи по 3-5 учасників. Кожна група має скласти історію-конфлікт та її вирішення використовуючи карти які вони витягли наосліп: персонажі конфлікту – портретні картки з колоди «Persona», «Personita», події – картки-малюнки з колоди «ОН», динаміку та інтенсивність взаємодії між учасниками визначають картки – соціограми з колоди «Persona». Саме виконання цієї вправи дозволяє інтеріоризувати позитивний досвід попередніх вправ, проявити гнучкість та фантазію в ході спонтанного складання сюжетів історій, які можуть в подальшому стати підказками у вирішенні реальних ситуацій повсякденного життя.

7. Рефлексія. Проводиться обговорення всього заняття, труднощів, що виникали, нових знання, власних відкриттів, інсайтів, які в ході таких занять відбуваються доволі часто.

Вправи описані вище – ілюструють лише невелику частину можливостей, які розкривають метафоричні асоціативні карти перед викладачем. Крім того, як уже зазначалось, такі вправи-ігри вдало доповнюють над-

то раціональний, лінійний навчальний процес емоціями, спонтанністю, поліваріантністю, багатовимірністю, дозволяють студенту зайняти позицію суб'єкта навчального процесу, що робить процес засвоєння знань незрівняно ефективнішим.

**Список літератури:**

1. **Киршке В.** Клубника за окном. Ассоциативные карты для коммуникации и творчества. – ОН VERLAG.- 2010.- 240с.
2. **Кац Г., Мухаматулина Е.** Метафорические карты: Руководство для психолога. – М.: Генезис, 2013. – 160 с.
3. **Морозовская Е.** Проективные карты в работе психолога: полное руководство/Е.Р. Морозовская; - Одесса, Институт Проективных Карт, 2013. – 128 с.

УДК 378.147:811.111

## PECULIARITIES OF TEACHING LISTENING SKILLS IN ENGLISH COURSE TO MARINE ENGINEERING STUDENTS

**Автор:** О. С. Шляхтіна,
*Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Listening is one of the four language skills: reading, writing, listening and speaking. Playing the critical role not only in communication, but also in the acquisition of language, listening is a challenge that demands attention. For the marine engineering students it is important to develop the ability in English listening comprehension first of all due to the great variety of specific technical terms they need to learn to be able to recognize in reading, apply in writing and then, through modeled listening situations, use in speaking process.

Teaching listening skills is one of the most difficult tasks for any English language teacher. Successful listening skills are acquired over time and with lots of practice. Learning listening skills is frustrating for students because there are no rules as in grammar teaching. One of the problems for students is mental block. While listening students suddenly decide they do not understand. At this point students just tune out. Some students convince themselves they are unable to understand spoken English well and create problems for themselves.

In order to help students to improve listening skills, a scientific approach is essential. One aspect of this approach is to convince learners that not understanding is all right. Another aspect is to satisfy the students' wish to listen to English passages as often as possible. The third aspect is to provide listening practice for short periods of time, from 5 to 10 minutes. The fourth aspect of this approach is to teach students important listening strategies, which are individual, not the same to each person. For example, taking notes, pay attention, not to stop listening or get distracted, or bored if not understanding .

When selecting listening techniques and activities several factors should be considered. First, listening should be relevant. Because learners listen with a purpose and listen to things that interest them, accounting for the goals and experiences of the learners will keep motivation and attention high.

Another very important factor is authenticity of listening texts. They should contain all the features of spoken language. The language should reflect real discourse, including hesitations, rephrasing, and a variety of accents. Level of difficulty can be controlled by the selection of the task.

The activities in a listening lesson follow three stages:

1) Introductory activities: an introduction to the topic of the text and activities focusing on the language of the text. These activities should establish the purpose of the listening activity and activate learners' knowledge about the topic by encouraging the learners to think about and discuss what they already know about the content of the listening text.

2) Main activities: a series of comprehension activities developing different listening sub-skills. The tasks should involve the listener in getting information and immediately doing something with it.

3) Post-activities: activities which ask learners to talk about how a topic in the text relates to their own life or give their opinions on parts of the text. These activities also require learners to use some of the language they have met in the text.

R.J. Lund has categorized listening activities according to nine responses that can be observed as comprehension checks: 1) doing (the listener responds physically); 2) choosing (the listener selects from alternatives such as pictures, objects, texts or actions); 3) transferring (the listener transforms the message such as drawing a route on map, or filling in a chart); 4) answering (the listener answers questions about the text); 5) condensing (the listener takes notes or makes an outline); 6) extending (the listener goes beyond the text by solving a problem or continuing the story); 7) duplicating (the listener simply repeats or translates the message); 8) modeling (the listener performs a similar task); 9) conversing (the listener is an active participant in a face-to-face conversation).

As it can be seen from above teachers have a very good choice among the activities that proved to be effective to improve students listening skills and that can be included into the development of English course.

# Секція 12.
# МОРСЬКЕ ТРАНСПОРТНЕ ПРАВО

УДК 347.79

## АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВЕ СУПРОВОДЖЕННЯ СУДНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ: АСПЕКТИ МИТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Автор:** Хачатуров Е. Б.
*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

Забезпечення стійкого економічного розвитку суспільства - одна з найголовніших проблем держави, вирішення якої є показником вдалої політики в напрямку трансформації економіки на ринкову. Як відомо, промислова політика належить до складових економічної політики держави і являє собою низку заходів, що покликані сприяти якісним та кількісним перетворенням реального сектору економіки: успішному функціонуванню підприємств промислового комплексу. Для ринкової економіки, а також ринкової економічної системи України, на сьогодні прийнято домінуючий тип власності - приватний. Проведення адміністративного заходу приватизації в Україні - це не мета держави, а адміністративно-правовий засіб підвищення продуктивності праці й ефективності виробництва.

Суднобудівна промисловість заслуговує на особливу увагу з боку держави з огляду на кілька моментів. Насамперед, важливим є той фактор, що Україна все ж таки зберегла суднобудівну базу з часів СРСР. На сьогодні це біля 11 суднобудівних та судноремонтних підприємств, науково-дослідні та конструкторські організації. Суттєвим фактором є місце розташування суднобудівної галузі: Україна знаходиться у вигідному географічному положенні з огляду на світову тенденцію переміщення центрів суднобудування на схід, що дозволяє вітчизняним суднобудівним компаніям зайняти вигідну нішу на світовому ринку. Позитивним чинником є те, що Україна має власні підприємства із виготовлення сталі, а в разі об`єднання зусиль з суднобудівниками Західної Європи, які володіють значно більшими фінансовими можливостями та сучасними технологіями суднобудування, наша держава може посісти гідне місце на світовому ринку. Як морська держава, Україна має необхідні передумови для того, аби стати одним із світових лідерів суднобудівної промисловості. Крім того, суднобудівна промисловість сприяє розвитку багатьох суміжних галузей та вимагає залучення великої кількості трудових ресурсів, що сприяє зайнятості населення, особливо в містах, де ця галузь є бюджетоутворюючою.

У той же час 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.

Звісно, що суднобудування – досить специфічна галузь промисловості, що займається будуванням і ремонтом суден всіх типів і призначень. Це одна з найстаріших галузей транспортного машинобудування, яка на сьогодні відсунута на другий план, втративши своє минуле значення в виготовленні морських транспортних засобів. Таке ставлення зумовлене малою економічною ефективністю сучасного суднобудування України, адже це досить матеріало і працемістка галузь. Так, відомо, що головну частку економічного результату від побудови судна держава-власник отримує у сфері його експлуатації. Цей ефект від експлуатації судна, як правило, у кілька разів більше витрат на його будівництво.

Сучасне судно - дуже складний виріб. Так, в атомному підводному човні налічується мільйон деталей, а в авіаносці - понад 10 млн. Для порівняння: пасажирський літак містить порядку 100 тис. деталей, а автомобіль - менш 10 тис. При проектуванні судна доводиться працювати з величезною кількістю конструктивних елементів й устаткування, а крім того - управляти великою базою даних. Сьогодні у світі суднобудівна галузь переживає повну реорганізацію з метою впровадження нових інструментальних засобів, для того щоб стати конкурентоздатною.

Можна зазначити, що суднобудівна галузь України відповідає всім критеріям визначення пріоритетної галузі економіки. Тому, розробка стратегії розвитку українського суднобудування на сьогодні є вкрай необхідною, так як має низку специфічних елементів. Однак, в Україні відсутня не тільки стратегія розвитку галузі, а й спеціалізовані програми, які дали б змогу втілювати у виробництво інновації та новітні технології. Відсутність загальнодержавної морської політики і стратегії розвитку морської індустрії, надають змогу дійти висновку, що проблеми забезпечення господарсько-правових умов та механізмів стимулювання суднобудівної галузі України, визначення основних напрямків її розвитку, удосконалення законодавчого поля функціонування здійснення митних формальностей при переміщенні через кодон товарів цієї сфери, є головним завданням держави, як морської.

Суднобудівна промисловість України більшою частиною орієнтована на зовнішньоекономічну діяльність. Це обумовлено, по-перше – врахуванням необхідності придбання за кордоном великої кількості деталей та комплектуючих для будівництва суден; по-друге – основними Замовниками готової продукції є іноземні покупці. Тому, надзвичайно суттєвим і важливим критерієм конкурентоспроможності українських суден як і інших є їх собівартість. В свою чергу, вона залежить від вартості витрат на будівництво судна, а саме: вартість матеріалів, комплектуючих, енерговитрат, заробітної плати працівників, накладні витрати і інше. Тобто, велика складова

собівартості суден – імпортовані товари, які обов'язково підлягають обкладанню митними податками і зборами, розміри яких залежать від митного режиму ввезення.

Правове забезпечення переміщення товарів для суднобудування через митний кордон, необхідно розуміти як сукупність міжнародних та національних правових актів України, якими регулюються суспільні відносини пов'язані із здійсненням дій з ввезення та вивезення з митної території товарів.

Митний кодекс України не надає визначення переміщення товарів через митний кордон для суднобудування. Замість цього надаються окремі визначення переміщення товарів певними засобами - переміщення товарів у вантажних відправленнях, у міжнародних поштових відправленнях, у міжнародних експрес-відправленнях, у несупроводжуваному багажі, у ручній поклажі, у супроводжуваному багажі. Визначення переміщення товарів через митний кордон України окремими способами наведенні в Митному кодексі є формальними, в них звертається увага лише на характеристику засобу яким таке переміщення здійснюється. Такі визначення не відображають головних характеристик поняття переміщення.

Враховуючи вищевикладене, можна дати наступне визначення поняттю «переміщення товарів у суднобудуванні і судноремонті через митний кордон України» - це врегульована нормами діючого законодавства діяльність уповноважених державних органів з одного боку, та фізичних і юридичних осіб, з іншого боку, спрямована на ввезення на митну територію, вивезення з митної території України, або транзит через митну територію України товарів, яка здійснюється визначеними в законодавстві засобами та способами у певному митному режимі.

Таким чином, для застосування митних формальностей з метою підвищення конкурентоспроможності продукції суднобудування за рахунок зниження її собівартості, необхідно удосконалити митні процедури при переміщенні товарів для суднобудування через митний кордон: провести гармонізацію вітчизняних нормативно-правових актів з міжнародними у цьому напрямку; розробити і впровадити галузеву програму лояльності митного оформлення товарів для суднобудування; створити вільні митні зони сервісного типу на суднобудівних заводах для зменшення витрат на збереження комплектуючих, отриманих із-за кордону; розробити і в нести зміни до Митного кодексу України до розділу «Тимчасове ввезення» за допомогою імплементації Міжнародних правових актів у цьому напрямку, які б мали вплив на зменшення витрат суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності при здійсненні митних процедур.

УДК 347.79: 551.462.32

# ПРАВОВІ АСПЕКТИ ПОНЯТТЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФУ

**Автор:** Джулай Г. Г.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

***Море – великий примиритель***
***Фазиль Искандер***

На сьогодні сучасні інженерні технології дозволяють пошук, розвідку та розробку природних ресурсів не лише на сухопутній території, а й в межах морського простору. Таке досягнення науково-технічної революції стало визначальним для історії людства. Адже постійне зростання світових масштабів експлуатації природних ресурсів зумовлює необхідність пошуку нових покладів природної сировини.

Враховуючи те, що суходіл охоплює менше третини поверхні земної кулі, людство дедалі більше звертає увагу на простори Світового океану. І як показали дослідження другої половини XX ст., океан дійсно надзвичайно багатий на харчові, енергетичні та мінеральні ресурси, які часто перевищують ресурси суходолу. А тому в майбутньому економіка держав надзвичайно залежатиме від Світового океану ( а економіка окремих держав залежить уже сьогодні [1].

Одним із важливіших видів ресурсів Світового океану є природні запаси континентального шельфу. Так, видобуток умовного палива в межах шельфової частини морів і океанів на даний час складає 30% від загального світового видобутку. Щорічно на шельфі Світового океану добувається приблизно 700 млн. тон нафти та 300 млрд. м3 газу [1].

Дана обставина сприяла створенню величезної кількості бурових платформ на шельфах, наразі їх налічується понад 3 тис. Найбільші родовища нафти і газу знаходяться в Мексиканській, Венесуельській і Арабській (Персидській) затоках [1].

Слід зауважити, що Україна – морська держава, а Азово-Черноморський регіон континентального шельфу багатий на природні ресурси. На території континентального шельфу України ведеться активний пошук та розвідка природних ресурсів палива.

На сьогодні континентальний шельф являє собою ще достатньо новий об’єкт правового регулювання, який не отримав належного висвітлення в доктрині екологічного і міжнародного права. Окремі аспекти зазначеного питання були предметом дослідження як зарубіжних, так і вітчизняних науковців [1].

Для глибшого розуміння природи та призначення континентального шельфу є необхідність дослідження його поняття.

Континентальний шельф – це затоплена морем частина материкової території.

Необхідність міжнародно-правового регулювання режиму континентального шельфу є природнім наслідком досягнень науки і науково-технічного прогресу. Континентальній шельф багатий нафтою, газом, у його надрах залягають залізо, марганець і т.п. Досягнення техніки дозволили почати ефективну експлуатацію надр і багатств континентального шельфу.

З появою в середині XX ст. технологій добування корисних копалин із дна моря деякі держави спробували односторонньо поширити свій суверенітет на райони шельфу. Це породило численні територіальні спори між державами. У 60-90-ті роки XX ст. ці держави уклади біля ста міжнародних угод про розмежування шельфу. Проблема делімітації континентального шельфу час від часу продовжує виникати в міждержавних відносинах, незважаючи на те що міжнародно-правові норми в цій області кодифіковані, у тому числі в загальному міжнародному праві, в Конвенції про континентальний шельф 1958 р. і Конвенції ООН з морського права 1982 р. [ 2].

Відповідно до Конвенції ООН з морського права 1982 р. континентальний шельф – це морське дно та надра підводних районів, що простягаються за межі територіального моря на всьому протязі природного продовження його сухопутної території до зовнішньої межі підводної окраїни материка або на відстань 200 морських миль від вихідних ліній, від яких підліковується ширина територіального моря, коли зовнішня межа підводної окраїни материка не простягається на таку відстань. Підводна окраїна материка доходить до глибоководного дна океану та складається з шельфу, схилу і підйому, а також включає в себе продовження континентального масиву прибережної держави, що знаходиться під водою. Якщо підвідна окраїна знаходиться далі 200 миль, зовнішня межа може простягатися на відстань до 350 морських миль від ліній, від яких відліковується територіальне море, або не далі 100 морських миль від 2500-метрової ізобати. Відстань у 350 миль поширюється також на межу шельфу на підводних хребтах (ст. 76 ) [3].

Конвенція про континентальний шельф 1958 р. давала дещо інше визначення шельфу. Однак обидва ці визначення, як і інші, що зустрічаються в міжнародних угодах, є суто правовими та відрізняються від географічного поняття континентального шельфу як материкової відмілини, що прилягає до берегів суші та має з нею спільну геологічну будову. Відповідно, у природі розміри шельфу можуть суттєво коливатися: від декількох миль біля західного узбережжя США до площі всього дня Північного моря.

Закріплюючі права прибережної держави на шельфи, Конвенція з морського права 1982 р. в багатьох речах повторює положення Конвенції про континентальний шельф 1958 р. Держави, як і раніше, не поширюють на шельф повного суверенітету, а мають певні суверенні права «з метою розвідки та розробки його природних ресурсів». Ці права часто називають виключними, бо ніхто і ні за яких умов не вправі здійснювати таку діяльність без згоди прибережної держави. Вона має також виключне право дозволяти та регулювати виробництво будь-яких бурильних робіт на шельф, незалежно від їхньої мети. Прибережна держава вправі створювати на шельфі штучні острови, установки та споруди і встановлювати навколо них зони безпеки шириною до 500 метрів [2].

Права прибережної держави на континентальному шельфі не торкаються правового статусу ні покриваючих шельф вод, ні повітряного простору, що знаходиться над ними.

Розмежування континентального шельфу суміжних або розміщених одна проти іншої держав здійснюють шляхом укладання міжнародних угод [2].

Прибережні держави зазвичай мають спеціальне законодавство про континентальний шельф. В Україні ст. 244 Кримінального кодексу України встановлена кримінальна відповідальність за порушення законодавства про континентальний шельф України.

**Список літератури:**

1. **Салміна Я.** Науково-теоретичні та законодавчі засади поняття континентального шельфу / Я. Салміна // Юридична Україна. – 2012. – № 12. – С. 97 – 103. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/urykr_2012_12_18.pdf

2. **Бурменський М. В.** Міжнародне право: Навч. посібник. – К.: Юрінком Інтер, 2006. – 336 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://textbooks.net.ua/content/view/288/9/

3. Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву (Монтего-Бей, 10 декабря 1982 года) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_057

УДК 347.791.6

## ЗАКОНОДАВЧЕ РЕГУЛЮВАННЯ АРЕШТУ СУДЕН НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

**Автор:** Дубинський О.Ю.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

У 2011 році Україна приєдналась до Міжнародної конвенції з уніфікації деяких правил щодо накладення арешту на морські судна, 1952 року. (надалі – Конвенція) [1], яка набрала чинності для України 16 травня 2012 року. [2]. Зазначені законодавчі зміни були цілком очікуваними, оскільки протягом кількох років темі арешту суден приділялась велика увага. Неодноразово прогнозувалось, що приєднання України до одного з міжнародних режимів арешту суден (Міжнародної конвенції з уніфікації деяких правил щодо накладення арешту на морські судна, 1952 року або Міжнародної конвенції про арешт суден, 1999 року) істотно спростить застосування вказаної процедури судами України на практиці. Чи справдились вищезазначені твердження, пропонуємо розглянути нижче.

Станом на сьогодні спеціальними нормами, які регулюють порядок арешту суден на території України, є Конвенція та Глава 4 «Арешт суден» Кодексу торговельного мореплавства України (надалі – КТМ України). Правила обох нормативних актів передбачають можливість здійснення ареш-

ту судна виключно для цілей забезпечення морських вимог. Більш того, ні Конвенція, ні відповідні норми КТМ України не розповсюджуються на заходи виконання рішень суду, в зв'язку з чим, додатково необхідно звернути увагу на загальні правила вжиття запобіжних заходів та заходів забезпечення позову, передбачених нормами цивільного процесуального та господарського процесуального законодавства України.

Так, статтями 431 – 4310 Господарського процесуального кодексу України (надалі – ГПК України) передбачена можливість арешту майна, що належить особі, щодо якої вжито запобіжних заходів. В свою чергу, статті 66 - 68 ГПК України та статті 151 – 155 Цивільного процесуального кодексу України (надалі – ЦПК України) визначають відповідно порядок забезпечення позову шляхом накладення арешту на майно, що належить відповідачеві. Особливість вказаних норм полягає у тому, що вони розглядають судно, як будь-яке інше майно, в зв'язку з чим їх застосування не обмежується морськими вимогами.

До моменту набрання чинності для України Конвенції, арешт суден на території України повинен був здійснюватися з урахуванням наступних особливостей. Зокрема, згідно п. 1 ст. 14 КТМ України така процедура як арешт суден розповсюджується винятково на судна, що зареєстровані в Україні, включаючи обмеження, передбачені переліком морських вимог. Арешт суден під іноземним прапором повинен був провадитись відповідно до загальних правил вжиття запобіжних заходів та заходів забезпечення позову, передбачених нормами цивільного процесуального та господарського процесуального законодавства України, зазначених вище, не обмежуючись при цьому морськими вимогами. Вказане додатково підтверджується ст. 4 КТМ України, яка встановлює, що до цивільних та господарських правовідносин, які виникають з торговельного мореплавства та не врегулюванні КТМ України, застосовуються правила цивільного, господарського та іншого відповідного законодавства. Однак, судова практика не була однозначною з даного питання.

Ситуація частково змінилась після набрання чинності для України Конвенції. Починаючи з 16 травня 2012 року, згідно ч. 1 ст. 8 Конвенції в межах юрисдикції України при арешті «будь-якого судна, що ходить під прапором однієї з Договірних Держав», застосовуються положення Конвенції, в тому числі частково відмінний від зазначеного в КТМ України перелік морських вимог.

Інший виняток відносно меж застосування положень Конвенції міститься в ч. 3 ст. 8 Конвенції. Так, Договірна Держава, повністю або частково має право позбавити переваг цієї Конвенції будь-який уряд Держави, яка не є договірною, чи будь-яку особу, яка на момент арешту не має постійного місця проживання або основного місця роботи в одній з Договірних держав. Однак, дія зазначеної норми, на відміну від ч. 4 ст. 8 Конвенції, безпосередньо залежить від волевиявлення Договірної Держави. Станом на 22 липня 2015 року національне законодавство України відповідних норм не містить. Тому залишається розглянути діючий в Україні порядок арешту суден під прапором Держав, які не є Договірними.

З цього приводу, необхідно зазначити наступне. Частина 2 ст. 8 Конвенції передбачає, що «судно, що ходить під прапором Держави, яка не є Договірною Державою Конвенції, може бути заарештоване в межах юрисдикції будь-якої з Договірних Держав щодо будь-якої з морських вимог, що перераховані у ст. 1, чи будь-якої іншої вимоги, щодо якої закон цієї Договірної Держави дозволяє арешт». Редакція вказаної норми по-різному тлумачиться Договірними Державами. Так, судова практика, яка сформувалась в Німеччині та Нідерландах, переважно свідчить про застосування при арешті суден під прапором Держав, які не є Договірними, виключно ч. 1 ст. 1 Конвенції, тобто переліку морських вимог [5]. Натомість, у Франції та Іспанії судовими органами під час вирішення питання щодо арешту суден під прапором Держав, які не є Договірними, Конвенція застосовується в цілому [3].

В Україні судова практика з даного питання є неоднозначною. Підчас вирішення питання щодо арешту суден під прапором Держав, що не є Договірними, суди України посилаються одночасно і на положення Конвенції, і на положення КТМ України, або тільки на положення КТМ України, не приймаючи до уваги, що вказані положення діють відносно суден, зареєстрованих в Україні, і виключно у випадку передбаченому в ч. 4 ст. 8 Конвенції.

В окремих пунктах результати порівняння показують, що різниця в тексті викладення норми міняє межі її розповсюдження. Зокрема, п. а) ч. 1 ст. 1 Конвенції посилається на вимогу щодо «збитків, завданих будь-яким судном у результаті зіткнення або в інший спосіб». З зазначеного вбачається, що норма обмежується збитками завданими безпосередньо судном. В той час, як п. 1 ст. 42 КТМ України є більш ширшим, оскільки охоплює «заподіяння шкоди в результаті втрати або пошкодження майна у зв'язку з експлуатацією судна».

Пункт 4 ст. 42 КТМ України на відміну від п. с) ч. 1 ст. 1 Конвенції охоплює «винагороду, що належить за здійснення рятувальних заходів», а не виключно «рятування судна та вантажу». Зазначена відмінність передбачає можливість арешту судна згідно КТМ України у випадку стягнення спеціальної компенсації, передбаченої ст. 338 КТМ України.

Пункт 13 ст. 42 КТМ України, охоплюючи постачання для цілей експлуатації та утримання судна, безпосередньо посилається на «паливо, запаси, обладнання, включаючи контейнери». Така редакція норми дозволяє уникнути неоднозначної інтерпретації її судами, що, як показує міжнародна судова практика, не можна сказати відносно п. k) ч. 1 ст. 1 Конвенції.

В той час, як п. m) ч. 1 ст. 1 Конвенції до морських вимог включає вимоги, пов'язані з «заробітною платою капітанів, офіцерів чи екіпажу», п. 16 ст. 42 КТМ України йде далі, та прямо зазначає окрім заробітної плати інші кошти, які належать переліченим суб'єктам «у зв'язку з виконанням ними своїх службових обов'язків на борту судна, включаючи витрати на репатріацію і внески за соціальним страхуванням, що сплачуються від їх імені».

Ще однією відмінністю КТМ України є його окреме посилання на вимоги, що витікають із договору перевезення пасажирів (п. 8 ст. 42 КТМ України), що допомагає охопити ситуації, які не підпадають ні під втрату або пошкодження вантажу або багажу, ні під позбавлення життя або пошкодження здоров'я.

Пункт 5 ст. 42 КТМ України передбачає можливість арешту суден на вимоги відносно «компенсації та інших сум, що належать за усунення або спробу усунення загрози заподіяння шкоди, за вжиття запобіжних заходів чи здійснення аналогічних операцій». Зазначене повертає нас до поняття спеціальної компенсації згідно ст. 338 КТМ України, а також безпосередньо наголошує на можливості забезпечення вимог шляхом арешту судна у разі, коли збитки були понесені підчас усунення або спроби усунення загрози заподіяння шкоди, а не тільки у випадку її безпосереднього настання.

Перевагою є посилання п. 6 ст. 42 КТМ України на вимоги, пов'язані з «підняттям, віддаленням або знищенням судна, що стало уламками, чи його вантажу та викликаними цим витрати». Крім того, передбачена можливість арешту суден на вимоги «відносно зборів в порту, каналі та інших судноплавних водах» (п. 15 ст. 42 КТМ України). Зазначена вимога є вкрай важливою для України, як для країни з розвиненою портовою інфраструктурою.

Додатково, звертаю увагу на такі не зазначені в Конвенції вимоги, як вимоги, які виникли на підставі страхових премій та внесків (п. 18 ст. 42 КТМ України), комісійних, брокерських або агентських винагород (п. 19 ст. 42 КТМ України), договору купівлі-продажу судна (п. 23 ст. 42 КТМ України).

Іншими словами, перелік морських вимог, викладений в КТМ України, передбачає більш ширше застосування процедури арешту суден.

Висновки:

1. Морська вимога є особливою категорією цивільного права, яка має як цивільно-правові ознаки, що ставлять її в один ряд із зобов'язальним правом вимоги, так і особливі ознаки, які виокремлюють її із зобов'язального права вимоги та визначають її власну природу. Морські вимоги класифікуються на такі види: а) привілейовані морські вимоги; б) морські вимоги, що виникають із зареєстрованої іпотеки судна; в) морські вимоги, що виникають із речових та інших майнових прав на судно чи вантаж; г) загальні морські вимоги.

2. Способи забезпечення морських вимог створюють відповідну систему. Застосовуються такі способи забезпечення морських вимог: а) банківська чи інша гарантія; б) право застави перевізника на вантаж; в) страхування відповідальності; г) утримання перевізником вантажу; ґ) депозит; д) морська іпотека. Існує можливість використання й інших, не традиційних чи менш традиційних, способів забезпечення морських вимог.

3. Арешт судна дозволяє кредитору до розгляду по суті позовних вимог отримати забезпечення своїх інтересів та забезпечити найскоріше після судове примусове виконання. Сучасна процедура арешту суден за своєю природою є не що інше, як action in rem, тобто позов до речі.

**Список літератури:**

1. Про приєднання до Міжнародної конвенції з уніфікації деяких правил щодо накладення арешту на морські судна. Закон України від 07.09.2011 № 3702-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2012. - №15. - Ст. 97.
2. Щодо набрання чинності міжнародним документом. Лист Міністерства закордонних справ від 28.12.2011 № 72/12-612-3405.
3. **Berlingieri F.** Arrest of Ships: A Commentary on the 1952 and 1999 Arrest Conventions. Fourth Addition. – London: Informa, 2006. - 580 p.
4. Господарський процесуальний кодекс України. Кодекс України від 06.11.1991 №1798-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1992. - № 6. - Ст. 56.
5. Кодекс торговельного мореплавства України. Кодекс України від 23.05.1995 № 176/95-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1995. - №№ 47, 48, 49, 50, 51, 52. - Ст. 349.
6. Про міжнародні договори України. Закон від 29.06.2004 № 1906-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2004. - № 50. - Ст. 540.
7. Цивільний процесуальний кодекс України. Кодекс України від 18.03.2004 № 1618-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2004. - № 40-41, 42. - Ст. 492.
8. Єдиний державний реєстр судових рішень.: [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.reyestr.court.gov.ua/,- Загл. з екрану. мов. укр.
9. Статус ратифікації морських конвенцій.: [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.comitemaritime.org/Uploads/pdf/CMI-SRMC.pdf, - Загл. з екрану. мов. англ.

УДК 341.22

## ТРАНСПОРТНЕ ПРАВО ЄС: ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ ЩОДО ВХОДЖЕННЯ ДО ЄДИНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОСТОРУ

**Автор:** Ломжець Ю.В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Транспортний потенціал України один із найвищих в Європі. Наша країна межує із сімома країнами, чотири з яких (Польща, Словаччина, Угорщина та Румунія) Є членами Європейського Союзу. Реалізація цього потенціалу, його використання з метою економічної модернізації й соціального розвитку вимагає побудови нового ефективного механізму співробітництва із зарубіжними партнерами, пріоритетне місце серед яких займає ЄС.

Транспорт займає важливе місце в економіці Євросоюзу. Його частка становить 7% від валового внутрішнього продукту ЄС, 7% від загальної зайнятості, 40% від інвестиції країн-членів та 30% від загальних енергетичних витрат. Упродовж останніх 20 років попит на транспортні перевезення, особливо на внутрішньому ринку, зростає на 2,3% за рік на вантажні і на

3,1% - на пасажирські перевезення. Транспортна політика відіграє важливу роль у зміцненні економічної та соціальної цілісності Євросоюзу. Зокрема, вона сприяє подоланню регіональної роз'єднаності і полегшує досяжність острівних та периферійних регіонів. Транспортна політика також впливає на ринок зайнятості, оскільки заохочує інвестування транспортної інфраструктури й сприяє професійному росту працівників. Наприклад, у транспортному секторі працевлаштовано 8,8 млн осіб із 27 держав-членів, із них 63% - у наземному транспорті (залізничний, автомобільний, внутрішньоводний), 5% - у повітряному, 2% - у морському транспорті [1].

Як у вітчизняній, так і в зарубіжній доктрині, демонструється два основні підходи до визначення поняття транспорт. У першому випадку, категорія "транспорт" сприймається як різновид сервісу - підприємницької діяльності з надання послуг з перевезення товарів і (або) вантажів; в цьому випадку мова йде про професійний транспорт. Тому тут діють принципи свободи надання послуг - однієї з найважливіших фундаментальних свобод в ЄС, і це є головний напрямок транспортної політики ЄС. З 1 січня 1993 ліцензія ЄС повністю замінила національні ліцензії, що видаються раніше державами іноземним перевізникам. У другому випадку, транспорт виступає засобом пересування, що належить громадянам або підприємствам на праві власності. У цьому випадку мова йде про власний транспорт.

"Транспорт" в першому із зазначених значень підпадає під дію принципів спільного ринку ЄС, що гарантують свободу підприємницької діяльності фізичним та юридичним особам на всій території інтеграційного об'єднання.

Компетенція ЄС у сфері транспортної інтеграції та кооперації досить велика:

- ЄС визначає загальні правила міждержавних транспортних перевезень;
- формує умови надання транспортних послуг перевізникам-нерезидентам в країнах ЄС;
- визначає заходи транспортної безпеки;
- визначає ліцензійний порядок надання транспортних послуг (наприклад, на залізничному транспорті) і т.д.

Загальна транспортна політика здійснюється шляхом координації зусиль держав-членів. Така координація відноситься до предметів "спільного відання" ЄС та його учасників. У Договорі про функціонування ЄС викладена компетенція держав у процесі регулювання власних транспортних політик. Мова йде:

1) про скасування будь-якої дискримінації, що полягає в застосуванні транспортними агентствами різних тарифів і різних умов при перевезеннях одного і того ж товару і по одним і тим же транспортним шляхах залежно від країни походження або призначення товарів (п. 1 ст. 95);

2) про заборону застосування державою-членом до транспортних операцій, здійснюваних всередині ЄС, тарифів та умов, що містять який-небудь елемент підтримки або захисту інтересів одного або декількох пев-

них підприємств або галузей промисловості, якщо це не санкціоновано Комісією (п. 1 ст. 96)[2].

Україна, на відміну від європейських держав, які ще в 80-ті роки минулого століття почали активну діяльність по створенню міжнародної транспортної мережі, значно відстає в створенні власних транспортних коридорів, що негативно впливає на формування конкурентоспроможності нашої держави та вітчизняних промислових підприємств.

Починаючи з 1998 р. співробітництво між Україною та ЄС у сфері транспорту регламентується Угодою про партнерство та співробітництво (УПС) та має на меті реконструкцію і модернізацію транспортних систем і мереж доріг в Україні, розвиток і забезпечення сумісності транспортних систем у контексті створення глобальної транспортної системи.

Відповідно до УПС пріоритетними напрямами співробітництва, зокрема, є:

– модернізація управління автомобільним, залізничним транспортом, портами і аеропортами;

– модернізація і розвиток залізниці, водних шляхів, автомобільних доріг, портів, аеропортів, аеронавігаційної інфраструктури, включаючи модернізацію головних шляхів, що становлять спільний інтерес, і транс'європейських магістралей для згаданих видів транспорту;

– сприяння та розвиток мультимодальних перевезень [3].

Питання двостороннього співробітництва Україна – ЄС у сфері транспорту обговорюються в рамках робочих органів УПС: Підкомітет № 4 «Енергетика, транспорт, ядерна безпека, охорона навколишнього середовища», Комітет з питань співробітництва, Рада з питань співробітництва.

Наприкінці 2011 року було також створено ще один формат взаємодії з питань транспорту на багатосторонньому рівні – Панель з питань транспорту Східного партнерства (Тематична платформа № 2 «Економічна інтеграція та наближення до політик ЄС»).

Одним з важливих напрямів співпраці є адаптація національного законодавства до норм і стандартів ЄС, зокрема шляхом приєднання до міжнародних транспортних конвенцій.

Домовленості в рамках Угоди про асоціацію між Україною та ЄС дозволять вивести співробітництво між Україною та ЄС у сфері транспорту на новий якісний рівень та сприятимуть подальшій гармонізації законодавчої бази. Наразі сторони співпрацюють в рамках Порядку денного асоціації Україна-ЄС з метою підтримки та підготовки України до імплементації законодавства ЄС, зафіксованого у відповідних додатках Угоди про асоціацію [3].

Отже, створення Україною міжнародних транспортних коридорів дозволить прискорити не тільки досягнення стратегічних цілей інтеграції в Європейську спільноту, але й вирішення таких задач як: залучення додаткових інвестицій в розвиток транспортної системи, прискорення темпу виходу із занепаду вітчизняного виробника, покращення валютних надходжень за транзитні перевезення, росту обсягів продукції, що експортується.

В кінцевому рахунку, це вплине на зростання темпів економічного росту країни та регіонів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Право Європейського Союзу: Підручник – К.: Юрінком Інтер. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mobile.pidruchniki.com/1221060548547/pravo/transportne_pravo_yevropeyskogo_soyuzu

2. Консолідовані версії Договору про Європейський Союз та Договору про функціонування Європейського Союзу (2010/С 83/01) - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU10267.html

3. Співробітництво між Україною та ЄС у сфері транспорту - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ukraine-eu.mfa.gov.ua/ua/ukraine-eu/sectoral-dialogue/transport

4. **Карпан Т.С.** Аналіз та сучасний стан міжнародних транспортних коридорів - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tourlib.net/statti_ukr/karpan.htm

УДК 341.225.5 (061.1)

# КОМПЛЕКСНА МОРСЬКА ПОЛІТИКА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ

**Автор:** Дмитриченко І.В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

***«Моря – основа життя Європи»***
***(з доповіді Європейської Комісії від 10.10.2007 р.)***

Сьогодні важливу роль в життєдіяльності більшості країн відіграє Світовий океан, ресурси якого мають вирішальне значення для прискореного зростання їхнього економічного потенціалу. Участь України у вивченні, освоєнні та використанні ресурсів Світового океану потребує визначення і законодавчого закріплення національних інтересів у цій сфері діяльності, встановлення пріоритетів їх реалізації (див. Морську доктрину України на період до 2035 р., постанова Кабінету міністрів України від 7 жовтня 2009 р., № 1307). Транснаціональний характер морської діяльності ставить питання входження України в світову систему міжнародних відносин з приводу експлуатації просторів і ресурсів Світового океану. Більш того, проблема доступу держав до морських ресурсів буде загострюватися в міру зростання населення планети і його потреби в ресурсах.

Цікавим у цьому контексті є досвід організації морської діяльності в Європейському Союзі (ЄС). Зокрема заслуговує на увагу інтегрована стратегія розвитку морегосподарського комплексу країн-членів на основі концепції «спільного європейського морського простору». На вищому наднаціональному рівні було проголошено, що «добробут Європи нерозрив-

но пов'язаний з морем» (Європейська Комісія). Суднобудування і судноплавство, порти і рибний промисел залишаються ключовими видами морської діяльності, однак значний дохід приносять також запаси енергоносіїв (включаючи нафту, газ, а також джерела відновлюваної енергії), прибережний і морський туризм. Морські порти і судноплавство дозволяють Європі отримувати вигоду з швидко зростаючої міжнародної торгівлі і відігравати провідну роль у світовій економіці, в той час як видобуток корисних копалин, сільське господарство, морська біотехнологія та нові підводні технології відкривають все більш значні економічні можливості. У рівній мірі значними є також рекреаційні, естетичні та культурні види використання моря і екосистемні послуги, пов'язані з таким використанням. Такий підхід не є випадковим, оскільки в прибережних регіонах ЄС мешкає майже 200 млн. осіб, а 88 млн. робітників працює в морегосподарській сфері.

У березні 2005 р. Європейська Комісія відкрила консультації щодо комплексного підходу в морській і прибережній політиці, націленому на розвиток економічної діяльності у сферах рибальства, туризму, енергетики і транспорту. Виходячи з необхідності спільного вирішення проблем, що стоять в галузі морської політики країн-членів, ЄС поставив завдання розробки всеосяжної політики розвитку європейських морських і прибережних районів. У червні 2006 р. була опублікована «Зелена книга», де розглядаються певні напрями морської діяльності ЄС, включаючи транспорт, видобування нафти, газу тощо. Разом з «Зеленою книгою» було опубліковано 12 базових оглядів, що стосуються різних питань морської діяльності ЄС (конкурентоспроможність ЄС в морському бізнесі, зайнятість, соціальні аспекти, підготовка кадрів, виключна економічна зона, підводні ресурси, інформаційне забезпечення, моніторинг та спостереження, інфраструктура та туризм, безпека, зміни клімату, наукові дослідження, морські біотехнології).

Мета публікації «Зеленої книги» полягала в ініціюванні дискусії щодо майбутньої морської політики ЄС. Разом з тим «Зелена книга» спирається на принципи, які були сформульовані в рамках Лісабонської стратегії ЄС (2000 р.), яка ставить завдання знайти необхідний баланс між економікою, соціальною сферою і захистом навколишнього середовища. Тому в рамках нової морської політики мало знайти вирішення питання викорінення безробіття в ЄС, тобто забезпечити максимальну зайнятість у всіх секторах морської економіки. Вирішити цю проблему покликані «інвестиції в знання і навички», що є ключовим чинником підтримки конкурентоспроможності та забезпечення високоякісною робочою силою.

Значущою основою «Зеленої книги» є опора на екосистемний підхід, заснований на сучасних наукових знаннях. Довгий час морська політика ЄС носила секторальний характер, оскільки певні види морекористування, зокрема, морські перевезення, промислове рибальство, видобування і транспортування вуглеводнів, морські наукові дослідження, суднобудування та ін. розвивалися окремо. Однак така фрагментація морської діяльності лише сприяла виникненню конфліктів, негативним чином впливала на розвиток інших видів морегосподарської діяльності і стан навколишнього середо-

вища. Тому формування розуміння необхідності проведення інтегрованої, міжсекторальної політики в галузі використання просторів і ресурсів Світового океану є головним завданням «Зеленої книги». ЄС, на думку розробників документа, є найбільшим морекористувачем. Це лідерство спирається на такі галузі морського господарства як морські перевезення, суднобудування, видобування нафти і газу на континентальному шельфі, розвиток прибережного туризму та рекреації. Проте передбачається, що найближчим часом нові види і галузі морської діяльності – аквакультура, відновлювальна енергетика, підводні телекомунікації, морські біотехнології, круїзні перевезення, розвиток нових портових структур та ін. – будуть відігравати ключову роль у забезпеченні конкурентоспроможності. Зокрема підкреслюється, що розвиток туризму виступає каталізатором розвитку суднобудування: більшість круїзних лайнерів побудовано на судноверфях Європи і зростання в цьому секторі індустрії досягає 10% в рік. Розвиток відновлювальних джерел енергії (енергія вітру, припливів і відливів тощо) створює нові робочі місця в регіонах і таким чином має прямий економічний ефект. Розвиток рибальства створює нові робочі місця не тільки в цій області, але і в багатьох суміжних областях – у виробництві упаковки, знарядь лову, транспортуванні рибної продукції тощо.

ЄС зосередив основні зусилля на поліпшенні продукції суднобудування, була впроваджена спеціалізація на будівництво сучасних суден. Європейське суднобудування лідирує в таких ринкових сегментах, в яких головну роль відіграють інновації та технологічна перевага. Окрім того, впровадження нових технологій з метою забезпечення захисту навколишнього середовища створює певні експортні переваги. Судна збудовані в Європі, відрізняються не тільки своєю складністю, але й безпекою, зокрема для навколишнього середовища.

Важливим аспектом забезпечення конкурентоспроможності, на думку авторів «Зеленої книги», є турбота про збереження морського середовища як джерела природних ресурсів. Погіршення стану морського середовища безпосередньо впливає на здатність Світового океану «створювати прибуток» і забезпечувати зайнятість населення. Це стосується переважно таких секторів морської економіки, як туризм і промислове рибальство.

Актуальним є питання розвитку морських технологій, наукових досліджень і розробок. Морські наукові дослідження є не тільки базою для виробництва передової технічної продукції, а й надають інформацію для проведення необхідної політики і перешкоджають деградації морського середовища. У «Зеленій книзі» підкреслюється, що інновації та комунікаційні технології забезпечують морській діяльності «додану вартість».

В рамках «Зеленої книги» звернуто увагу на підготовку кваліфікованих кадрів у галузі морської діяльності. Це питання є актуальним в ЄС, оскільки спостерігається нестача кадрів на торгових суднах.

Розвиток особливих морських кластерів заявлено в якості одного із завдань ЄС. Це стає можливим шляхом спільного використання знань, досліджень та інновацій, поєднання освіти та підготовки, спільних

інноваційних методів організації серед групи підприємств. Використання кластерного потенціалу особливо важливо в суднобудуванні, де понад 70% судна будується величезною мережею підприємств, що відповідають за обладнання та оснащення. Висловлена думка щодо корисності об'єднання цих підприємств в єдину мережу.

У «Зеленій книзі» акцентовано увагу на важливість оптимізації існуючої системи управління морською діяльністю в ЄС. Пропонується впроваджувати у всіх секторах морекористування систему просторового планування. Удосконалення управління передбачає впровадження адаптованого законодавства, яке не повинно носити конфліктний і суперечливий характер. За таких умов під час прийняття нових законів необхідно виходити з того постулату, що їх виконання залежить від тих, для кого вони розроблені.

Привернуто увагу також до питань захисту прибережних регіонів від наслідків природних катаклізмів, забруднення з суден, кримінальної активності, торгівлі забороненими товарами і тероризму. Такі ризики і загрози становлять певну небезпеку для Європи і вимагають посилення правил портового контролю, надійної та ефективної системи управління суднами, посилення ефективності моніторингу та спостереження. Боротьба з цими ризиками та загрозами може бути більш продуктивною у випадку, якщо буде налагоджено систему обміну інформацією між країнами-членами ЄС, укріплено систему захисту інфраструктури.

З метою координації багатопланового використання прибережних зон пропонується впроваджувати комплексне управління, одним з головних принципів якого є інтеграція моря, суші і кордону між ними в рамках єдиного управління, замість поділу такого управління за окремими просторами.

Після появи «Зеленої книги» був запущений консультаційний процес за участю державних та громадських структур, а також інших суб'єктів морської діяльності, які висловили своє ставлення і пропозиції щодо морської стратегії ЄС.

10 жовтня 2007 р. Європейська Комісія виступила з Повідомленням, адресованим вищим органам влади ЄС, під назвою – «Комплексна морська політика Європейського Союзу» (Integrated Maritime Policy for the European Union) і більш відомому як «Синя книга».

«Синя книга» визначає п'ять сфер застосування Комплексної морської політики ЄС:

1) створення оптимальних умов для сталого використання океанів і морів, що робить можливим зростання морських галузей і прибережних регіонів;

2) створення наукової та інноваційної бази для морської політики;

3) забезпечення високої якості життя в прибережних регіонах;

4) забезпечення лідерства Європи у міжнародній морській діяльності;

5) підвищення рівня обізнаності суспільства про морську діяльності, створення її позитивного образу.

**Висновки.** Конкуренція в морських просторах і вплив діяльності людини на морські екосистеми свідчать про те, що фрагментарний процес

прийняття рішень в області морської діяльності є неадекватним, оскільки практика транснаціональних відносин у Світовому океані викликає необхідність зміцнення співробітництва між державами та здійснення ефективної координації морської політики на різних рівнях прийняття рішень. Комплексна морська політика ЄС є стратегією стійкого розвитку морського сегменту, що ґрунтується, передусім, на перевагах морських досліджень, технологій та інновацій.

**Список літератури**

1. Green Paper. Towards a Future Maritime Policy for the Union: A European Vision for the Oceans and Seas // Commission of the European Communities. – Brussels. 7.6.2006. – 49 p.

2. Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. An Integrated Maritime Policy for the European Union // Commission of the European Communities. – Brussels. 10.10.2007. – 38 p.

3. Вылегжанин А.Н. Европейский Союз: к созданию правовых основ комплексной морской политики / А.Н. Вылегжанин // Московский журнал международного права. – 2009. – № 1. – С. 289—305.

4. Международные условия – М.: СОПС, 2010. – 262 с.

УДК 347.79

## СПІВПРАЦЯ УКРАЇНИ ТА ЄС У СФЕРІ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

**Автор:** Сандюк Г.О.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

21 березня 2014 року у Брюсселі підписано політичну частину Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом (далі – ЄС), Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (далі - Угода). Економічна частина угоди підписана 27 червня 2014 року; вона передбачає глибоку економічну інтеграцію України з ЄС, а також створення глибокої та всеосяжної зони вільної торгівлі. 16 вересня 2014 року Верховна Рада України та Європейський Парламент синхронно ратифікували Угоду про асоціацію між Україною та ЄС. Угодою передбачено застосування принципів необмеженого доступу до міжнародних морських ринків та наближення законодавства України, технічних та інших норм у сфері міжнародного морського транспорту до відповідних норм ЄС.

Метою даної роботи є дослідження напрямків співпраці між Україною та ЄС в рамках Угоди у сфері водного транспорту.

На виконання Плану заходів з імплементації зазначеної Угоди, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 року № 847-р Міністерством інфраструктури України затверджений відповідний

відомчий план, який передбачає в сфері морського та річкового транспорту наступні заходи:

розроблення проектів нормативно-правових актів з метою імплементації положень директив Європейського Парламенту та Ради (2009/15/ЄС від 23 квітня 2009 р. стосовно загальних правил і стандартів для інспектування та організації огляду суден, а також інших спільних дій морськими адміністраціями; 2009/21/ЄС від 23 квітня 2009 р. стосовно відповідності вимогам держави прапора; 2009/16/ЄС від 23 квітня 2009 р. стосовно контролю держави порту; 2001/96/ЄС від 4 грудня 2001 р., що встановлює узгоджені вимоги і процедури безпечного завантаження і розвантаження навалювальних суден (балкарів); 2010/65/ЄС від 20 жовтня 2010 р. щодо облікових формальностей для суден, що прибувають та/або відбувають з портів держав-членів Співтовариства; 2002/59/ЄС від 27 червня 2002 р., що засновує систему Співтовариства з нагляду за рухом суден та інформування; 2003/25/ЄС від 14 квітня 2003 р. про специфічні вимоги до остійності трейлерних пасажирських суден; 2008/106/ЄС від 19 листопада 2008 р. про мінімальний рівень підготовки моряків; 2000/59/ЄС від 27 листопада 2000 р. про портове приймальне обладнання для корабельних відходів та залишків вантажу; 1999/95/ЄС від 13 грудня 1999 р. про правозастосування положень щодо годин праці моряків на борту суден, які зупиняються у портах Співтовариства; 2006/87/ЄС від 12 грудня 2006 р. про встановлення технічних вимог до суден внутрішніх водних шляхів; 2005/44/ЄС від 07 вересня 2005 р. про гармонізовані річні інформаційні послуги на внутрішніх водних шляхах Співтовариства; № 2001/25/ЄС від 4 квітня 2001 року про мінімальний рівень підготовки моряків); директиви Ради (96/75/ЄС від 19 листопада 1996 р. про системи фрахтування та ціноутворення на національному та міжнародному внутрішньому водному транспорті Співтовариства; 87/540/ЄЕС від 09 листопада 1987 р. про доступ до перевезення товарів водними шляхами для національного та іноземного транспорту і взаємне визнання дипломів, сертифікатів та інших офіційних посвідчень кваліфікаційного рівня для провадження такої діяльності; 96/50/ЄС від 23 липня 1996 р. про гармонізацію умов отримання національних свідоцтв капітанів для перевезення пасажирів та вантажів внутрішніми водними шляхами у межах Співтовариства; 94/57/ЕС від 22 листопада 1994 р. про загальні правила та стандарти щодо організацій з інспектування та огляду суден та щодо відповідної діяльності морських адміністрацій; № 92/29/ЄЕС від 31 березня 1992 року про мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я з метою покращення медичного обслуговування на борту суден; 95/21/ЄС від 19 червня 1995 р. про виконання, відносно судноплавства з використанням портів Співтовариства і плавання у водах, що знаходяться під юрисдикцією держав-членів, міжнародних стандартів з безпеки суден, запобігання забрудненню та забезпечення умов життя та праці (контроль держави порту); 1999/35/ЄС від 29 квітня 1999 р. про систему обов'язкових оглядових заходів для безпечного функціонування регулярних перевезень поромами типу ро-ро та швидкісними пасажирськими суднами; 1999/63/ЄС

від 21 червня 1999 р. про Угоду про організацію робочого часу моряків, укладену між Асоціацією судновласників Європейського Співтовариства та Федерацією транспортних профспілок Європейського Співтовариства); положень Регламентів (ЄС) Європейського Парламенту та Ради (391/2009 від 23 квітня 2009 р. про загальні правила і стандарти щодо організацій з корабельного інспектування і огляду; № 392/2009 від 23 квітня 2009 р. про відповідальність морських пасажирських перевізників у разі нещасних випадків; № 782/2003 від 14 квітня 2003 р. про заборону оловоорганічних сполук на суднах);

розроблення дорожньої карти з наближення законодавства України до права ЄС у сфері міжнародного морського транспорту;

залучення допомоги ЄС у рамках інструментів Twinning, TAIEX з метою вирішення практичних питань щодо ратифікації та імплементації Конвенції Міжнародної організації праці про працю в морському судноплавстві 2006 року;

вжиття заходів, спрямованих на зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища Азовського та Чорного морів, поліпшення їх екологічного стану

Строки для здійснення цих заходів встановлені з березня 2015 до липня 2017 року. [див. 2] На виконання цього плану вже проведений певний обсяг роботи.

Станом на травень 2015 року дорожня карта з наближення законодавства України до права ЄС у сфері міжнародного морського транспорту вже була розроблена та передана на розгляд ЄС. [3]

Для створення необхідного підґрунтя для контролю за дотриманням прав українських моряків за кордоном завершується підготовка до ратифікації низки конвенцій, зокрема Конвенції Міжнародного організації праці 2006 року про працю в морському судноплавстві. [3] Ця робота проводиться із залученням допомоги ЄС у рамках інструментів Twinning, TAIEX. [4] Останні також використовуються для роботи за проектом технічної підтримки«Підтримка імплементації Угоди про асоціацію між Україною та ЄС та Національної транспортної стратегії України», проектом Twinning «Підвищення безпеки в перевезенні небезпечних вантажів мультимодальним транспортом в Україні», проектами секторальної бюджетної та технічної підтримки «Підтримка впровадження Транспортної стратегії України»; проектом ТРАСЕКА «Морський захист та безпека II», спрямований на укріплення регіональної співпраці між ЄС та країнами-бенефіціарами в галузі морської охорони та безпеки, а також підвищення кваліфікації морських кадрів. [5]

З метою виконання положень угоди ГАТТ/СОТ щодо відкриття внутрішніх водних шляхів України для заходу суден під прапорами іноземних країн розроблено проект Закону України «Про внутрішній водний транспорт» з урахуванням кращих практик та законодавства ЄС [3], прийнятий Закон України від 17.04.2014 № 1229-VII «Про ратифікацію Будапештської конвенції про договір перевезення вантажів внутрішніми водними шляхами

(КПВВ)», а також розроблені декілька проектів законів та підзаконних нормативних актів.[6]

**Висновки:** Перед українськими нормотворцями поставлений ряд задач у сфері морського та річкового транспорту в рамках співпраці за Угодою про асоціацію між Україною та ЄС. Ця робота ведеться та буде вестися у таких напрямках, як інспектування та організація огляду суден, щодо облікових формальностей для суден, що прибувають та/або відбувають з портів держав-членів Співтовариства; щодо відповідальність морських пасажирських перевізників у разі нещасних випадків; щодо нагляду за рухом суден; мінімального рівня підготовки моряків та щодо цілого ряду інших питань, що стосуються безпеки мореплавства, охорони навколишнього природного середовища, праці моряків, умов договорів перевезення водним транспортом тощо. Необхідно зазначити, що норми, встановлені директивами ЄС не є абсолютно новими та невідомими для України. Положення вищезгаданих директив ґрунтуються на міжнародних договорах, учасницею багатьох з яких є Україна, як, наприклад Конвенція про охорону людського життя на морі 1974 року, Конвенція про полегшення міжнародного морського судноплавства 1965 року тощо. Що стосується Конвенції Міжнародної організації праці 2006 року про працю у морському судноплавстві, то хоча Україна досі і не є її учасницею, однак вона вже багато років веде роботу у напрямку ратифікації та імплементації цього міжнародного договору. Тому на сьогоднішній день робота у даному напрямку правового регулювання просувається найшвидшими темпами. Звертають на себе увагу вимоги директив ЄС щодо розвитку інформаційних технологій у сфері водного транспорту (наприклад, під час оформлення приходу/відходу судна).

Враховуючу велику кількість нормативних документів (директив, регламентів) ЄС, у відповідність з якими необхідно привести законодавство, перед Україною постає великий обсяг роботи, як щодо приєднання до необхідних міжнародних конвенцій, прийняття відповідних законів, розроблення численних підзаконних нормативно-правових актів та технічних стандартів. За планом ця робота повинна бути завершена у 2017 році. Метою її вбачається приєднання до ЄС, однак навіть якщо ця ціль не буде досягнута у найближчі роки, все одно проведена робота буде мати позитивний результат. Зокрема, можна очікувати впорядкування трудових відносин з моряками, підвищення їх соціального захисту, запровадження нових технологій щодо оформлення приходу/відходу судна; підвищення рівня безпеки портів та портових споруд та мореплавства взагалі; вжиття додаткових заходів щодо охорони навколишнього природного середовища та, як наслідок, підвищення авторитету України як морської держави,

**Список літератури:**

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс] – Режим до-

ступу: Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України http://zakon2.rada.gov.ua/laws/card/984_011

2. Наказ Міністерства інфраструктури від 14.10.2014 №512 «Про організацію роботи з імплементації Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс] – Режим доступу: Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України http://mtu.gov.ua/uk/action_plan/45802.html

3. Біля 30% норм ЄС у сфері транспорту імплементовано до законодавства України Прес-служба Міністерства інфраструктури, 01.05.2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу: Урядовий портал: Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=248134659&cat_id=244277212

4. Заступник міністра інфраструктури Оксана Рейтер: Україна має ратифікувати Конвенцію про працю в морському судноплавстві 2006 року до кунця поточного року [Електронний ресурс] – Режим доступу: Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України (4 березня 2015 року, 15:31) http://mtu.gov.ua/uk/news/48577.html

5. Міжнародна технічна допомога ЄС у сфері транспорту [Електронний ресурс] – Режим доступу: Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України http://new.mtu.gov.ua/content/mizhnarodna-tehnichna-dopomoga-es-u-sferi-transportu.html

6. Загальна інформація про євроінтеграцію [Електронний ресурс] – Режим доступу: Офіційний сайт Державної інспекції України з безпеки на морському та річковому транспорті http://sismit.gov.ua/jevrointeghratsiya.aspx

УДК 341.225.5

## ДЕЯКІ ПИТАННЯ МІЖНАРОДНО-ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВІДКРИТОГО МОРЯ

**Автор:** Ільїнська К.О.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Термін «відкрите море» існує протягом багатьох століть, проте на сьогоднішній день не існує єдиного універсального поняття, яке б давало визначення даній дефініції. Відповідно до ст. 1 Конвенції про відкрите море 1958 р. (далі – Конвенція 1958 р.) термін «відкрите море» охоплює «всі частини моря, які не входять ні в територіальне море, ні у внутрішні води будь-якої держави» [1]. У Конвенції ООН із морського права 1982 р. (далі – Конвенція 1982 р.) відкритим морем названі всі частини моря, «які не входять ні у виключну економічну зону, ні в територіальне море або внутрішні води будь-якої держави, ні в архіпелажні води держави-архіпелагу» (ст. 86) [2].

Говорячи про простір відкритого моря, треба зауважити, що на нього не може поширюватися у відповідності зі ст. 89 Конвенції 1982 р. суверенітет якої-небудь держави [2]. Дана норма є імперативною нормою, від якої не може бути ніякого відхилення — ні шляхом яких-небудь однобічних актів, ні шляхом висновку яких-небудь міжнародних угод. У відповідності зі ст. 53 Віденської конвенції про право міжнародних договорів 1969 р. ця норма може бути змінена тільки наступною нормою загального міжнародного права, що носила б такий же характер [3].

Конвенція 1958 р. щодо правового режиму відкритого моря втілила в собі все, що вже було досягнуто людством в області формування концепції відкритого моря. Зокрема, ст. 2 Конвенції 1958 р. визначає, що відкрите море доступне для всіх народів, і жодна держава не може претендувати на підпорядкування якоїсь його частини своєму суверенітету. Свобода відкритого моря включає для прибережних та неприбережних держав свободу судноплавства, рибальства, свободу прокладати підводні кабелі та трубопроводи, здійснювати польоти над відкритим морем [1]. Таким чином Конвенція 1958 р. закріпила чотири свободи відкритого моря. В свою чергу, Конвенція 1982 р. розширила та було зроблено уточнення умов вільного використання відкритого моря, а саме:

- свободу судноплавства;
- свободу польотів;
- свободу прокладати підвідні кабелі і трубопроводи, що допускаються нормами міжнародного права, з дотриманням суверенних прав прибережної держави, якщо цей вид діяльності здійснюється на його континентальному шельфі;
- свободу зводити штучні острови й інші установки, що допускаються нормами міжнародного права, з дотриманням суверенних прав прибережної держави, якщо цей вид діяльності здійснюється на його континентальному шельфі;
- свободу рибальства з дотриманням вимог, пропонованих Конвенцією 1982 р. до збереження живих ресурсів відкритого моря і керування ними;
- свободу наукових досліджень з дотриманням вимог Конвенції 1982 р. у відношенні проведення самих наукових досліджень, а також суверенних прав прибережної держави, якщо ці дослідження проводяться у водах, що покривають його континентальний шельф [2].

Особливе значення у сфері судноплавства має торговельне мореплавство. Торговельне мореплавство, є однією з важливих галузей економіки держави, під впливом науково-технічного прогресу помітно розвивається, і його все зростаюча інтенсивність ставить за обов'язок світовому співтовариству постійно удосконалювати його правове регулювання. Кожна держава у системі свого морського права формує правові положення, що визначають правовий статус своїх торговельних і інших невоєнних суден, режим плавання, що забезпечує безпеку мореплавства, надання допомоги і рятування на морі, регулює питання відповідальності і відшкодування збитків при аварії на морі, охорону праці на морі й інші питання.

Поряд зі свободою судноплавства важливою також є свобода польотів над відкритим морем, однак вона є похідною від свободи судноплавства і спеціально в Конвенції 1982 р. не регламентується.

Свободи прокладати підводні кабелі і трубопроводи в Конвенції 1982 р. присвячені статті 112, 113, 114, 115 [2]. Відповідно до положень цих статей право прокладання по дну підводних кабелів і трубопроводів за межами континентального шельфу належить усім державам; розрив або ушкодження підводного кабелю або трубопроводу, зроблений навмисно або внаслідок злочинної недбалості, є карною дією, а збиток, викликаний заходами для порятунку підводного кабелю або трубопроводу від розриву, повинен бути відшкодований.

Свобода зведення штучних островів і інших споруд припускає право держав на зведення штучних островів і інших споруд у районах відкритого моря за межею 200-мильної виняткової економічної зони і за межами континентального шельфу. Однак яких-небудь пояснень до цього положення Конвенція 1982 р. не дає.

Свобода рибальства зобов'язує держави вживати дієвих заходів зі збереження живих ресурсів відкритого моря, активно співпрацювати з іншими державами в цій сфері, не порушувати законних прав інших користувачів у водах Світового океану. Ці вимоги є основними, обов'язковими для кожної держави в питаннях рибальства й іншого морського промислу і можуть стати керівними в розробці правових норм, що регламентують діяльність державних органів, організацій і громадян у сфері рибальського й іншого промислу.

Поряд зі свободою зводити штучні острови новацією для міжнародного договірного морського права з'явилася свобода наукових досліджень, важливість якої була настільки велика, що в Конвенції 1982 р. цьому питанню присвятили частину XIII, що так і називається «Морські наукові дослідження». Так, у ст. 238 закріплено, що всі держави, незалежно від їх географічного розташування, і компетентні міжнародні організації мають право проводити морські наукові дослідження при умові дотримання прав і обов’язків інших держав, передбачених Конвенцією [2].

Інший, не менш важливий, принцип уперше був закріплений у ст. 88 Конвенції 1982 р., відповідно до якого відкрите море резервується для мирних цілей. Цей принцип відображає прагнення світового співтовариства до того, щоб діяльність у Світовому океані була спрямована на зміцнення міжнародного миру і безпеки, на розвиток рівноправного і справедливого співробітництва всіх держав у використанні морських просторів.

Принцип свободи відкритого моря, який є основним принципом сучасного міжнародного морського права, за своєю значимістю, варто віднести до найважливіших принципів розвитку міжнародного співробітництва. Води відкритого моря в силу принципу його волі не можуть бути ареною здійснення яких-небудь протиправних і тим більше злочинних дій, і, звичайно, вони не можуть використовуватися як притулок для протизаконних дій, що вже вчинені. З огляду на це, міжнародне морське право, регламенту-

ючи питання боротьби з порушеннями, що мають місце у водах відкритого моря, виступає визначеним гарантом свободи відкритого моря.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конвенція про відкрите море від 29.04.1958 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_180
2. Конвенція Організації Об'єднаних Націй з морського права від 10.12.1982 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_057
3. Віденська конвенція про право міжнародних договорів від 23.05.1969 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_118

УДК 340.1

# К ВОПРОСУ О КОДИФИКАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА УКРАИНЫ

**Автор:** Федоренко Т. Н.
*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина*

1. Организация Объединённых Наций на уровне межгосударственного сотрудничества, как правило, четко определяет актуальные тенденции современной цивилизации. В 60-х–70-х гг. XX в. ООН признала в ряде деклараций научно-технический прогресс одним из важнейших факторов развития человеческого общества [1; 2]. Научно-техническому варианту социального и экономического роста соответствует инновационный вариант управления процессом труда («инновационная теория предпринимательства» Й. Шумпетера и др.) и, с нашей точки зрения, альтернативы этому пути развития нет.

Сейчас, в начале XXI века, страны, лидирующие в развитии инноваций, сформировали пятый технологический уклад и, продолжая его качественное развитие, закладывают научно-производственные основы шестого технологического уклада. Безусловно, участие нашей страны в инновационном развитии должно рассматриваться как цель и средство улучшения человеческого капитала за счет уменьшения доли в нём отрицательного и пассивного и, соответственно, наращиванием положительного человеческого капитала. По показателю человеческого развития Украина занимает 76-е место среди 187 государств [3]. Экономические аспекты инновационного процесса исследованы достаточно полно, об этом свидетельствуют публикации зарубежных и отечественных ученых, в свою очередь, политический и правовой аспекты инновационной проблематики отображены недостаточно.

2. Практическое и научное обращение к теме правового регулирования инновационной деятельности в Украине наводит на мысль об отсутствии «правовой определённости» в этом вопросе.

Во-первых, правовая неопределённость проявляется в избыточности нормативного материала. Нормы инновационного законодательства рассре-

доточены в международно-правовых актах; в нормативно-правовых актах высшей юридической силы – кодексах Хозяйственном кодексе Украины, Гражданском кодексе Украины, – и текущих законах Украины; в подзаконных нормативно-правовых актах по вопросам инновационной деятельности, которые регулируют процедурные и/или организационные аспекты инновационных отношений, а именно: актах Президента Украины, постановлениях Верховной Рады Украины, постановлениях и распоряжениях Кабинета министров Украины, ведомственных нормативно-правовых актах. В совокупности современная нормативно-правовая база (законы, указы Президента, подзаконные акты в форме постановлений Правительства, приказов центральных органов исполнительной власти и т. п.) относительно научно-технической и инновационной деятельности насчитывает около 200 документов [4].

Во-вторых, анализ содержания нормативного материала указывает на коллизии юридических норм, регулирующих инновационную деятельность (например, в законодательство закрепляет и «узкое», и «широкое» понимание инновационной деятельности), декларативность норм инновационного законодательства и т. д.

В-третьих, актуальнейшей проблемой является правореализация уже принятых норм.

Все вышеперечисленное свидетельствует о современном кризисе источников права, которого не избежала наша правовая система и который французские ученые-юристы метафорично представляют в виде «развороченного пейзажа, где нормы права выскакивают невесть откуда, в любой момент и движутся во всех направлениях» [5].

Что может внести ясность и гармонию в этот неприветливый юридический пейзаж? На наш взгляд, понимая и признавая за правом сущностную и инструментальную ценность, нельзя забывать, что право лишь протоколирует реальные общественные отношения. Поэтому, как следствие, без создания реально действующего экономического уклада пятого/шестого и, в перспективе, последующих уровней, сильной политико-государственной воли, преодолеть «хаос источников права» невозможно. О. Симсон приводит данные в соответствии, с которыми в Украине инновационная экономика составляет 1% [6]. Откуда же появится верифицированная система юридических норм? Принятие, как предлагают, Инновационного кодекса или обновленного специального Закона не изменит ситуации без встречного инновационного экономического развития. Также крайне важна ориентация общества на развитие и приумножение человеческого капитала, формирование атмосферы социального оптимизма и, наконец, наличие в среде современных управленческих кадров интеллектуалов способных к проектированию будущего.

**Список литературы**

1. Декларация социального прогресса и развития. Принята резолюцией 2542 (XXIV) Генеральной Ассамблеи от 11 декабря 1969 года. [Электрон-

ный ресурс] – Режим доступа : http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/socdev.shtml

2. Декларация об использовании научно-технического прогресса в интересах мира и на благо человечества. Принята резолюцией 3384 (XXX) Генеральной Ассамблеи от 10 ноября 1975 года [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/science.shtml

3. **Кадеєва І. В.** Прямі іноземні інвестиції як фактор становлення інноваційної економіки в Україні / І. В. Кадеєва // Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. Економіка. – 2014. – Вип. 14. – С. 193–199. [Електроний ресурс] – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpkhnpu_eko_2014_14_22.pdf

4. **Кучерява Р.** Правове забезпечення інноваційного розвитку в Україні. Міністерство юстиції України. Офіційний ВЕБ-САЙТ [Електроний ресурс] – Режим доступу : http://old.minjust.gov.ua/13958.

5. **Кабрияк Р.** Кодификации / пер. с фр. Л. В. Головко. – М. : Статут, 2007. – 476 с.

6. **Сімсон О.** Інноваційне права як запорука сталого інноваційного розвитку // Теорія і практика інтелектуальної власності. – 2010. – № 4. – С. 81 – 86.

## ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ ПОРТОВОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ

**Автор:** Тригуб О.В.

У Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року (далі - Стратегія), затвердженій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 р. № 548-р, зазначено, 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.

Однією з основних умов для розвитку портової галузі, визначених Стратегією, є скорочення часу та спрощення процедури обробки вантажів за рахунок впровадження новітніх інформаційних технологій. Пріоритетними завданням, для досягнення цієї мети Стратегія визначає, зокрема забезпечення ефективного державного регулювання спеціалізованих послуг, що надаються в морському порту суб'єктами природних монополій, та послуг, плата за надання яких включається до складу портових зборів, а також удосконалення системи документообігу, спрощення дозвільних процедур, зменшення часу обробки вантажів.

На виконання цих завдань спрямована безпосередньо Постанова Кабінету Міністрів України № 491від 07.07.2015 року «Про внесення змін

до деяких постанов Кабінету Міністрів України» щодо дерегуляції в морських портах, введення електронного документообігу та спрощення процедури оформлення вантажів.

Так, введено поняття «інформаційна система портового співтовариства» (далі - ІСПС), під якою розуміють організаційно-технічну систему, що дає можливість портовому співтовариству за допомогою технічних і програмних засобів накопичувати, перевіряти, обробляти, зберігати, обмінюватися та передавати в електронній формі інформацію і документи, необхідні для здійснення прикордонного, митного та інших видів контролю та оформлення осіб, товарів, у тому числі вантажу і багажу, і транспортних засобів, яка відповідає законодавству про електронний документообіг та враховує принцип "єдиного вікна" міжнародної практики, рекомендації міжнародних організацій.

Суб'єктами такої інформаційної системи, яка спрощує ведення бізнесу, та сприяє уникненню корупційних схем є так зване «портове товариство», до якого Постанова відносить всіх суб'єктів, пов'язаних з оформленням та перевалкою вантажів, а саме: державне підприємство "Адміністрація морських портів України", державні органи, уповноважені здійснювати відповідні види контролю в пунктах пропуску через державний кордон, правоохоронні органи, залізничні станції, які знаходяться на території порту, портові оператори, агентські організації (морські агенти), перевізники та експедитори, інші суб'єкти господарювання, що провадять у морських портах та за їх межами діяльність з транспортування або обробки товарів, контейнерів, пасажирів, багажу і транспортних засобів, яка спрямована на забезпечення виконання технологічних процесів, що здійснюються на території зазначених об'єктів, будь-яких взаємопов'язаних процесів обміну інформацією і документами щодо пропуску через державний кордон осіб, автомобільних, водних, залізничних транспортних засобів перевізників і товарів, у тому числі вантажів, багажу, що переміщуються ними через державний кордон.

Обов'язок по запровадженню ІСПС покладено на ДП «Адміністрація морських портів України» яке для забезпечення функціонування та розвитку інформаційної системи портового співтовариства визначає:

- структуру та формат обміну даними в інформаційній системі портового співтовариства;
- форми електронних документів;
- технічні та технологічні умови створення, впровадження і функціонування інформаційної системи портового співтовариства;
- порядок і умови підключення та використання інформаційної системи портового співтовариства.

Електронні документи затверджуються ДП «Адміністрація морських портів України» за погодженням з відповідними органами. уповноваженими здійснювати відповідні види контролю в пунктах пропуску через державний кордон і є обов'язковими для виконання портовим співтовариством.

Після впровадження в морському порту інформаційної системи портового співтовариства обмін інформацією і документами в електронній формі,

необхідними для прийняття рішення про необхідність здійснення контролю безпосередньо на судні, між адміністрацією порту, державними органами, уповноваженими здійснювати відповідні види контролю в пунктах пропуску через державний кордон, та суб'єктами господарювання, що провадять свою діяльність у морському порту, здійснюється з використанням такої системи.

Для бізнесу економічний ефект від дерегуляції складе мільярди гривень. Компанії зекономлять ці кошти, адже більше не потрібно буде оплачувати простій суден та платити хабарі в портах

Зазначенні нововведення приводять українське законодавство у відповідність до європейських норм та знищую можливості для корупційних явищ та отримали особливе схвалення з боку Європейської Бізнес Асоціації.

Система управління, що вибудовується тепер в Україні повною мірою задовольняє світовим тенденціям портового бізнесу - лібералізація, децентралізація, комерціалізація та активна участь приватного сектора.

УДК 343.2

## КРИМІНАЛЬНА ЮРИСДИКЦІЯ УКРАЇНИ У МОРСЬКИХ ПРОСТОРАХ, ЯКІ НАЛЕЖАТЬ ДО ЇЇ ТЕРИТОРІЇ

**Автор:** Сторчак Н.А., канд. юрид. наук. доцент,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Поширення державної влади на морську територію існувало ще у Стародавньому світі. Крім територіальних прагнень, воно переслідувало ще й цілі протидії морській злочинності та забезпечення безпеки морського судноплавства. Сьогодні ці проблеми не лише не втратили актуальності, а є предметом уваги міжнародного співтовариства і кримінальна юрисдикція конкретної держави розглядається як елемент міжнародно-правового механізму протидії злочинам на морі.

Питання юрисдикції як найважливішого елементу правового режиму морських просторів становили об'єкт вивчення для М. О. Баймуратова, О. Ф. Висоцького, В. М. Гуцуляка, Т. Р. Короткого, М. І. Лазарєва, О. І. Моісеєва, А. М. Притули, Г. Г. Середи та інших учених. Їх праці є підгрутям для розгляду питань, пов'язаних із здійсненням Українською державою кримінальної юрисдикції у морських просторах, що належать до її території, що й ставиться за мету дослідження.

Кримінальна юрисдикція є похідною від державного суверенітету, різновидом суверенних прав держави, проявом територіального верховенства. Територіальний суверенітет прийнято визначати як право держави здійснювати виняткову юрисдикцію стосовно всіх осіб і предметів на своїй території [1].

Проявами територіального верховенства у сфері кримінальної юрисдикції можна визнати: право держави на прийняття відповідного законодав-

ства; невтручання у сферу кримінальної юрисдикції з боку інших держав, міжнародних організацій, іноземних фізичних і юридичних осіб; невід'ємне право держави у кримінально-правовий спосіб захищати недоторканність своєї території і державних кордонів, політичну незалежність і цілісність своєї держави, а також життя, майно, честь і гідність громадян, майнові та інші немайнові права фізичних і юридичних осіб; право держави на застосування засобів владного примусу для дотримання законів і правил, у тому числі кримінально-правового характеру, як до власних фізичних і юридичних осіб, так і до іноземців, що знаходяться на її території, якщо інше не встановлено чинними міжнародними угодами.

Відповідно до ст. 2 Конституції України суверенітет України поширюється на всю її територію [2]. Межі території України (суші, вод, надр, повітряного простору) закріплює Закон України «Про державний кордон України». Ним визначено, що державний кордон на морі встановлюється по зовнішній межі територіального моря України (ст. 3) [3]. Відповідно, до державної території належать внутрішні води та територіальне море. Це узгоджується з міжнародно-правовим регулюванням правового статусу морських вод, зокрема Конвенцією ООН з морського права, у якій йдеться про те, що суверенітет прибережної держави поширюється на межі її сухопутної території і внутрішніх вод, а у випадку держави-архіпелага – його архіпелажних вод, на морський пояс, що примикає і називається територіальним морем. Суверенітет над територіальним морем поширюється також на повітряний простір над ним, на його дно і надра (ст. 2) [4].

До внутрішніх вод України належать: 1) морські води, розташовані в бік берега від прямих вихідних ліній, прийнятих для відліку ширини територіального моря України; 2) води портів України, обмежені лінією, яка проходить через постійні портові споруди, які найбільше виступають у бік моря; 3) води заток, бухт, губ і лиманів, гаваней і рейдів, береги яких повністю належать Україні, до прямої лінії, проведеної від берега до берега в місці, де з боку моря вперше утворюється один або кілька проходів, якщо ширина кожного з них не перевищує 24 морських миль; 4) води заток, бухт, губ і лиманів, морів і проток, що історично належать Україні; 5) обмежена лінією державного кордону частина вод річок, озер та інших водойм, береги яких належать Україні (ст. 6 Закону України «Про державний кордон України»). До територіального моря України належать прибережні морські води шириною 12 морських миль, відлічуваних від лінії найбільшого відпливу як на материку, так і на островах, що належать Україні, або від прямих вихідних ліній, які з'єднують відповідні точки (ст. 5 Закону) [3].

Отже, правовий статус внутрішніх вод і територіального моря характеризується тим, що вони є державною територією і, відповідно, влада прибережної держави на цих морських просторах ґрунтується на здійсненні суверенітету. Внаслідок цього, як загальне правило, існує пріоритет кримінальної юрисдикції прибережної держави над юрисдикцією держави прапора судна і третіх держав. Разом із тим, правовий режим територіального

моря має суттєві особливості, що відрізняють його від правового режиму внутрішніх вод. Обмеження юрисдикції прибережної держави, передбачені міжнародним правом відносно іноземних суден, що перебувають у її територіальному морі, виникають із права мирного проходу і перестають діяти у внутрішніх морських водах, де такого права не існує.

«Прапорна» юрисдикція ґрунтується на визнанні судна, що несе прапор конкретної держави, умовною територією («квазітериторією», «плавучою територією») цієї держави. Квазітериторіальною юрисдикцією держави є юрисдикція держави стосовно подій, об'єктів та осіб, що були вчинені та перебували на суднах, які ходять під прапором цієї держави.

Статус різних категорій суден зумовлює відмінності в обсязі юрисдикційних повноважень влади держави прапора. Військові кораблі та інші державні судна, які експлуатуються в некомерційних цілях, користуються імунітетом від кримінальної юрисдикції прибережних держав з огляду на те, що їх зв'язок з державою прапора є найбільш реальним і суттєвим. На торговельні судна принцип імунітету від кримінальної юрисдикції прибережної держави не поширюється. Така сучасна практика зблизила два різні підходи до вирішення питання про колізію кримінальної територіальної юрисдикції прибережної держави та квазітериторіальної юрисдикції держави прапора – англо-американський, за яким судна у внутрішніх і територіальних водах держави формально визнаються повністю підпорядкованими її кримінальній юрисдикції, та франко-італійський, що більш схильний до обмеження своєї кримінальної юрисдикції справами, які порушують порядок і спокій на березі [5].

Тож у цілому морська кримінальна юрисдикція здійснюється прибережною державою та державою прапора. У відкритому морі діє принцип виняткової юрисдикції держави прапора. Однак у випадках, коли протиправна діяльність на морі особливо небезпечна для загального міжнародного порядку та коли держави не здатні або не бажають здійснювати свою юрисдикцію над суднами, що ходять під їх прапором, або якщо судно не піднімає прапор, виникає необхідність у «непрапорній» юрисдикції держав.

У зв'язку із цим, до наукового обігу введено поняття інтердикції та конвенційної юрисдикції. Інтердикція є особливою формою морської кримінальної юрисдикції, що забезпечує можливість здійснення кримінального переслідування осіб, які скоїли злочини на морі, та суттєво відрізняє її від кримінальної юрисдикції щодо злочинів, учинених на сухопутній території держави. Конвенційна морська кримінальна юрисдикція означає, що право на неї на підставі відповідних міжнародних угод одержує держава, що не є державою прапора [5]. Крім того, існують обмеження юрисдикційних повноважень прибережної держави щодо злочинів, вчинених у внутрішніх водах і територіальному морі, на підставі рішення Ради Безпеки ООН. Така практика зумовлена стрімким зростанням кількості випадків піратства та збройних нападів на морські судна і дає можливість вживати термінові та узгоджені превентивні, організаційні і правові заходи з попередження, припинення та покарання таких злочинів.

Беручи до уваги те, що морська кримінальна юрисдикція може бути визначена як правомочність, якою володіє держава, на вжиття всіх необхідних заходів для кримінального переслідування та покарання винних у вчиненні кримінального правопорушення на морі [5], можна виділити дві основні складові морської кримінальної юрисдикції – кримінально-правову та кримінально-процесуальну.

Кримінально-правова юрисдикція країни (повна чи обмежена) являє собою сукупність повноважень держави щодо визначення кола осіб, які підлягають кримінальній відповідальності згідно з національним кримінальним законом [6, с. 14]. Таке коло осіб визначається у ст.ст. 6-8 Кримінального кодексу (далі – КК) України. Так особи, які вчинили злочини на території України (якщо злочин було почато, продовжено, закінчено або припинено на території України; якщо виконавець злочину або хоча б один із співучасників діяв на території України), підлягають кримінальній відповідальності за КК України. Питання про кримінальну відповідальність дипломатичних представників іноземних держав та інших громадян, які за законами України і міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, не є підсудні у кримінальних справах судам України, в разі вчинення ними злочину на території України вирішується дипломатичним шляхом (ст. 6). Кримінальна юрисдикція України (дія КК України) може поширюватися й на злочини, вчинені за межами України, якщо вони скоєні громадянами України та особами без громадянства, що постійно проживають в Україні (якщо інше не передбачено міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України) – ст. 7; якщо вони вчинені іноземцями або особами без громадянства, що не проживають постійно в Україні, у двох випадках – коли це передбачено міжнародними договорами або коли вчинено передбачені КК України тяжкі або особливо тяжкі злочини проти прав і свобод громадян України або інтересів України (ст. 8) [7].

Поширеність кримінально-процесуальної юрисдикції визначається у ст. 4 Кримінальному процесуальному кодексі України. Так кримінальне провадження на території України здійснюється з підстав та в порядку, передбачених цим кодексом, незалежно від місця вчинення кримінального правопорушення. Кримінальне процесуальне законодавство України застосовується також при здійсненні провадження щодо кримінальних правопорушень, вчинених на території дипломатичного представництва чи консульської установи України за кордоном, 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 [8].

Кримінальна юрисдикція у морських просторах не позбавлена правових проблем. До основних із них можна віднести: відсутність багатосторонньої угоди, що регламентує питання колізії кримінальної юрисдикції прибережної держави та держави прапора у внутрішніх водах та (або) територіальному морі (у цих умовах зростає значення двосторонніх договорів, що можуть обмежувати кримінальну юрисдикцію прибережної держави у зв'язку з харак-

тером інкримінованого діяння та його значущістю для цієї держави, але як свідчить практика укладання таких двосторонніх угод Україною – у них встановлюється різний діапазон злочинів); обмеження інтердикції прибережної держави у територіальному морі, що накладаються відповідно до Конвенції про територіальне море та прилеглу зону 1958 р. і Конвенції з морського права 1982 р. [5]

Підсумовуючи розгляд питань, пов'язаних із здійсненням кримінальної юрисдикції Україною у своїх територіальних межах, можна зазначити: через специфіку правового режиму морських просторів проблеми кримінальної юрисдикції держав щодо злочинів, учинених на морі, перебувають не лише у сфері національного права, а й міжнародного; кримінальна юрисдикція є проявом територіального верховенства держави, має низку суверенних проявів і закономірно здійснюється у внутрішінх водах і територіальному морі України; територіальний принцип реалізації кримінальної юрисдикції, який предбачає пріоритет кримінальної юрисдикції прибережної держави, може співіснувати з принципом прапору, захисним і універсальним принципами; виокремлюються дві основні складові морської кримінальної юрисдикції – кримінально-правова (шодо кола осіб, які можуть підлягати кримінальній відповідальності) та кримінально-процесуальна (щодо порядку переслідування за вчинені злочини на морі), які визначаються відповідним національним кримінальним і кримінально-процесуальним законодавством.

**Список літератури:**

**Баймуратов М. О.** Міжнародне право [Текст] : Підручник / М. О. Баймуратов. – Х. : Одіссей, 2002. – 672 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www. irbis-nbuv.gov.ua.

Конституція України від 28.06.1996 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua.

Закон України «Про державний кордон України» від 04.11.1991 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua.

Конвенція ООН з морського права, 1982 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua.

**Середа Г. Г.** Міжнародно-правова регламентація кримінальної юрисдикції держав у внутрішніх водах і територіальному морі : Автореф. дис... канд. юрид. наук. – К., 2010. – 22 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www. irbis-nbuv.gov.ua.

**Моісеєв О. І.** Кримінально-правова юрисдикція України щодо злочинів, вчинених за її межами : Автореф. дис... канд. юрид. наук. – Х., 2007. – 20 с.

Кримінальний кодекс України : Закон України від 05.04.2001 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua.

Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13.04.2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua.

УДК 342.951:347.793

# ДЕРЖАВНІ І СОЦІАЛЬНІ ГАРАНТІЇ ПРИ ПРОХОДЖЕННІ СЛУЖБИ НА МОРСЬКОМУ ТОРГОВЕЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

**Автор:** Підпала І. В.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

У структурі елементів служби на морському торговельному транспорті слід відокремити державні та соціальні гарантії, які мають за мету забезпечення державного та соціального захисту моряків під час здійснення ними професійної діяльності. Державний та соціальний захист є невід'ємною складовою прав людини, що вимагає приділяти особливу увагу формуванню соціальних стандартів на національному та міжнародному рівнях [1].

Особливе місце у державному і соціальному забезпеченні моряків посідає питання медичного обслуговування. Законодавчі норми мають на меті гарантування моряку захист охорони здоров'я й забезпечення його невідкладного доступу до медичного обслуговування на березі та на борту судна, створення фінансових гарантій для моряків від наслідків хвороби, травми або смерті, що відбулися при проходженні служби, забезпечення безпечних та гігієнічних умов на борту судна, забезпечення морякам доступу до берегових об'єктів і служб для догляду за їхнім здоров'ям і благополуччям та вжиття заходів щодо надання доступу до захисту в сфері соціально-правового забезпечення [2].

Охорона здоров'я є ключовим елементом безпеки моряка при проходженні служби на морському торговельному транспорті, так як специфіка полягає у знаходженні на водяних просторах. Тому, охорона здоров'я моряків повинна забезпечуватися створенням сприятливих санітарно-гігієнічних умов проходження служби, побуту та системою заходів з обмеження дії небезпечних факторів, з урахуванням її специфіки та екологічного стану. Моряки щорічно проходять медичний огляд, щодо них проводяться лікувально-профілактичні заходи, при цьому вони мають право на безоплатну кваліфіковану медичну допомогу у медичних закладах охорони здоров'я [3].

Національне законодавство України потребує запровадження у цій сфері механізмів обов'язкового страхування, внески у яке мають робити судновласники або судновласники спільно із моряками, при цьому страхування осіб, що проходять службу за кордоном теж повинно бути передбачено. Національні судноплавні компанії у встановлених механізмах страхування фактично позбавлені реальної можливості ухилитися від матеріальної відповідальності перед моряками, а гарантії держави у цій сфері є гармонічними до Конвенції MLC і КТМ України у цілому відповідає вимогам цієї Конвенції, але не у повному обсязі національному законодавству соціального напрямку, так як не передбачає обов'язкового страхування, а Міжнародні конвенції у цій сфері не ратифіковані Україною. Тож приєднання України до Конвенції MLC буде тягнути за собою необхідність перегляду вітчизняного законодавства щодо відповідності сучасним соціальним морським стандартам [4].

Держава та судновласники повинні забезпечувати належним соціально-побутовим обслуговуванням моряків, як у порту, так і на борту судна та захистом під час виконання ними своїх професійних обов'язків. Ці заходи, мають враховувати особливі потреби моряків під час їхнього перебування в іноземних державах та при входженні до зон військових дій, у тому, що стосується безпеки праці, охорони здоров'я і організації дозвілля. Соціально-побутове обслуговування, яке надається на борту повинно бути доступним для всіх моряків, незалежно від їхньої національності, раси, кольору шкіри, статі, віросповідання, політичних переконань або соціального походження, а також незалежно від держави реєстрації судна, на якому вони служать [5]. При цьому, судновласники зобов'язанні забезпечувати надання такого соціально-побутового обслуговування морякам, яке вимагає країна порту. Соціально-побутове обслуговування моряків забезпечується, крім судновласників, відповідно до колективних договорів ще й державою, а також добровільними організаціями. В свою чергу державні органи повинні проводити перевірки в галузі соціально-побутового забезпечення моряків, щоб воно відповідало потребам, які змінюються разом з технічними, виробничими та іншими змінами в судноплавстві та залучати в цю діяльність на постійній основі технічно компетентних осіб. Згідно цього доцільно було б створювати державні управління з питань соціально-побутового обслуговування портів, на регіональному та національному рівнях, які б контролювали за діяльністю портових соціально-побутових служб та консультували осіб, відповідальних за таке обслуговування, а також сприяли забезпеченню координації між цими особами. Фінансування соціально-побутового обслуговування моряків повинно забезпечуватися регулярно за допомогою виплат з державних фондів, податків або ін. відрахувань із джерел судноплавних компаній, добровільних внесків з боку судновласників, моряків та інших організацій [6].

Соціально-побутове забезпечення моряків при портах повинно включати готелі або гуртожитки, придатні для тимчасового проживання моряків, якщо в них виникає потреба, які облаштовані належним чином та мають персонал, ціни у яких, мають бути розумними та передбачена при необхідності можливість проживання в них сімей моряків. Також, при портах мають бути створенні з постійним вдосконаленням підприємством соціально-побутового і культурного обслуговування: приміщення для навчань, проведення зборів, консультацій і відпочинку; споруди для занять спортом та інші можливості для відпочинку поза приміщеннями, в тому числі для проведення змагань, якщо потрібно; умови для відправлення релігійного культу [7].

Соціально-правове забезпечення крім належних умов служби, включає також умови проживання і роботи на борту від яких значно залежить підвищення рівня безпеки і охорони судноплавства, захист навколишнього середовища та привабливість служби на морі. Судноплавство є самою міжнародною із всіх великих світових галузей економіки і регулюється на адміністративному та ще й міжнародному рівні, тому дуже велике значення приділяється Конвенції MLC, яка охоплює майже всі морські конвенції та

вводить в дію нові міжнародні стандарти, які Україні потрібно ратифікувати з метою приведення юридичної законодавчої бази у відповідність з міжнародними нормами [8].

Служба на морському торговельному транспорті, маючи міжнародний характер за часту потрапляє під піратські напади. Тому, важливим чинником є забезпечення державного захисту цієї окремої категорії службовців, діяльність яких має специфічний характер і пов'язана як правило зі службою на водяних просторах. При цьому, під державним захистом маються на увазі різного роду заходи охорони від насилля, загроз, інших неправомірних дій піратів при виконанні моряками своїх посадових обов'язків. Піратство на сьогодні є серйозною проблемою для моряків і вони потребують надійного та дієвого захисту з боку держави [9]. З цього приводу Міжнародна палата судноплавства щорічно нагадує державам про обов'язок їх уряду сприяти посиленню захисту від піратства незалежно від прапору чи національності екіпажу на підставі ст.100 Конвенції «Про морське право»: «Все государства сотрудничают в максимально возможной степени в пресечении пиратства в отрытом море или в любом другом месте за пределами юрисдикции какого-либо государства». За такого є доцільним нашою державою розробити дієвий сучасний правовий механізм захисту та допомоги українським моряків від піратських нападів та полонів [10].

**Висновок.** Таким чином, вбачається, що моряки як і інші службовці мають державні та соціальні гарантії, які надають їм право на безкоштовне медичне обслуговування, обов'язкове страхування, соціально-побутове забезпечення, а також на заходи охорони держави від насилля та загроз (захист від піратських нападів та ін.). У законодавстві України містяться державні та соціальні гарантії, але майже не діють механізми їх отримання, тому що потребують глобальних змін та удосконалень. Тому, в відношенні моряків потрібно посилити державні гарантії та соціальне забезпечення ще при найманні їх на службу - шляхом розробки програм стимуляції і збільшенням привабливості морської професії.

## ЛІТЕРАТУРА.

**Ківалов С. В.** Вибрані праці / С. В. Ківалов. - О. Фенікс, 2011. - 540с.

**Савич О. С.** Деякі питання соціального захисту моряків / О. С. Савич // Морське право: актуальні питання теорії та практики : Збірник наукових праць. - О. : Іздат-Інформ ОНМА, 2010. - Вип. 5. - С. 116-121.

**Рудяков Е. Ф.** Комплексна оцінка стану здоров'я моряків.: Дис. канд. наук: 14.01.34 / Рудяков Едуард Федорович. Х- 1999.- 199 с.

**Савич О. С.** Міжнародно-правові зобов'язання держав у сфері становлення альтернативних форм соціального страхування [монографія] / О. С. Савич, М. О. Баймуратов - О. : Фенікс, 2009. - 280 с.

Рекомендація «Щодо соціально-побутового обслуговування моряків у морі та в порту» N 173// Офіційний сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon.rada. gov.ua

Конвенція МОП «Про соціально-побутове обслуговування моряків в морі та в порту» №163 // Офіційний сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon.rada. gov.ua

**Савич О. С.** Социальная защита моряков и перспективы ее развития в контексте конвенции МОТ о труде в морском судоходстве 2006 года/ О. С. Савич // Морское образование. - №1-2. - 2010. - С.22-28.

Рухаючись у напрямку ратифікації та імплементації: національний тристоронній семінар щодо Конвенції Міжнародної організації праці «Про працю в морському судноплавстві» 2006 року [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.ilo.org.ua/News/ marine labour Convention 20006.aspx

**Апаров А. М.** Питання захисту прав моряків України. [Електронний ресурс] / А. М. Апаров, О. П. Єлєзаров // Водний транспорт . - 2013. - Вип. 2. - С. 159-163. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vodt_ 2013_ 2_31.pdf

**Беннетт С.** Пиратство [Електронний ресурс] / Саймон Беннетт // Материалы XIII Между-народного семинара: Качественное судоходство: стандарт XXI века. Человек и море: долгий путь к гармонии. 21-22 октября 2009г. Санк –Петербург.- Режим доступу: www.rs-head.spd.ru

УДК 347.79

## ПРАВОВИЙ РЕЖИМ МОРСЬКОГО ПОРТУ

**Автор:** Ломакіна О.А.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,*

Актуальність теми. Увага держави до морегосподарського комплексу зумовлюється тим, що близько 90% світової торгівлі здійснюються за участі морського транспорту, а морські порти відіграють значну роль в національній економіці морських країн, зокрема й України. Саме розвиток морських портів здатен пожвавити підприємницьку активність у країні та залучити іноземні інвестиції у напряму використання виключного транзитного та експортно-імпортного потенціалу економіки України. У цьому контексті актуальним питанням стає визначення ролі правових засобів у стимулюванні розвитку портів, з'ясування належності, адекватності та достатності передбачених законом засобів правового захисту суб'єктів господарювання у таких відносинах.

Окремі аспекти правового регулювання господарських відносин у морських портах досліджувались такими вченими-правниками як О.П. Подцерковний, А.К. Журдо, Г.Г. Іванов, С.Б. Мельник, Д.В. Лічак та іншими, а також економістами, серед яких можна виокремити, зокрема, роботи Б.В. Буркинського, М.М. Дергаусова, С.М. Заволоки, О.М. Кібік, В.М. Ковалевича, С.В. Крижанівського, І.Е. Левицького. Цілісні дослідження правового регулювання господарських відносин у морських портах здійснені Драпайло Ю.З.

Морські порти займають важливе місце у системі національної економіки. В українському законодавстві застосовуються різна термінологія

щодо позначення галузі економіки, існування якої забезпечується, зокрема, й функціонуванням морських портів. Так, наприклад, в Стратегії розвитку морських портів України на період до 2015 року, затвердженої Розпорядженням КМУ від 16 липня 2008 р. №1051-р, застосовуються поняття «галузі торговельного мореплавства», «галузі морського транспорту», «галузі морського і річкового транспорту». В рішенні Ради Національної безпеки та оборони України «Про заходи щодо забезпечення розвитку України як морської держави», що введено в дію Указом Президента України від 20 травня 2008 р. №463/2008, застосовується поняття «морська галузь». В наказі Державного комітету рибного господарства України від 24 вересня 1998 р. №131 «Про затвердження Положення про інспекцію державного портового нагляду морських рибних портів України» застосовується поняття «рибна галузь».

Вчені, що здійснюють економічні дослідження, об'єктом яких є діяльність морських портів, здебільшого відносять морські порти до галузі морського транспорту.

Так, наприклад, С. М. Мінакова у дисертаційному дослідженні «Економіко-методичні основи реструктуризації морських торгівельних портів України», зазначає, що «транспортний комплекс є складною галуззю народного господарства, що містить у собі залізничний, автомобільний, морський, річковий, авіаційний та трубопровідний транспорт», в свою чергу морські порти України зазначений автор відносить до складової частини морського транспорту [1, с. 5]. Е.В. Тростянецька, досліджуючи економіко-організаційні засади орендних відносини у морських торговельних портах, розглядає морські торговельні порти як складову частину галузі морського транспорту [2]. Подібним чином до складової морського транспорту відносить морські порти й А.О. Щипцов [3].

В СРСР діяв Загальносоюзний класифікатор галузей народного господарства (далі – ЗКГНГ СРСР), затверджений Держкомстатом СРСР та Держпланом СРСР 1 січня 1976 року, де в якості галузі народного господарства (що входить до більш укрупненої галузі – «Транспорт і зв'язок») виокремлювався морський транспорт, що включав в себе пароплавства, територіальні та спеціалізовані управління флоту, управління морських шляхів, експедиційні загони аварійно-рятувальних, суднопідйомних і підводно-технічних робіт, морські порти, портопункти (включаючи морські порти) рибних та інших господарств, радіологічні станції, гідрографічні підприємства, служби обслуговування транспортних суден ("Трансфлот"), агентство "Інфлот", інспекції морського регістру та портового нагляду; паромні переправи залізничних ешелонів.

В незмінному, порівняно з ЗКГНГ СРСР, вигляді знайшла своє відображення галузь морського транспорту в Загальному Класифікаторі «Галузі народного господарства України», що був затверджений наказом Міністерства статистики України від 24.01.1994 р. № 21 (на теперішній час дію скасовано). За зазначеним принципом здійснена й класифікація в ДК КВЕД 009:2005, що затверджений наказом Державного комітету України з

питань технічного регулювання та споживчої політики від 26 грудня 2005 р. №375, та в ДК КВЕД 009:2010, що діє на теперішній час.

Таким чином, можна дійти до висновку, що у законодавстві та наукових дослідженнях при дослідженні проблем морських портів та портового господарства, останні здебільшого розуміються як складова частина галузі морського транспорту або галузі водного транспорту, що є недостатньо точним.

Вбачається, що портова галузь входить до складу морегосподарського комплексу України.

На законодавчому рівні визначення морегосподарського комплексу відсутнє, разом із тим, як зазначав Ю.З. Драпайло у своїх інших дослідженнях, морегосподарський комплекс необхідно вважати галуззю національної економіки. Функціонування морегосподарського комплексу забезпечується діяльністю підприємств, яка спрямована на використання моря як ресурсу, що використовується як джерело певних ресурсів (наприклад, рибних ресурсів, нафти, корисних копалин), так і як транспортних шлях, що використовується для різноманітних перевезень [4, с. 576]. До складу морегосподарського комплексу входять портова галузь, морська транспортна галузь, галузь суднобудівної промисловості, галузь рибного господарства.

Разом з тим, не дивлячись на «входження» портової галузі до складу морегосподарського комплексу, необхідно виокремлювати в практичних та наукових цілях портову галузь України як відокремлену, самостійну галузь економіки.

В обґрунтування наведеного треба зауважити, що одним з наукових підходів до вивчення господарсько-правових проблем є комплексний підхід, сутність якого полягає в розгляді горизонтальних та вертикальних господарських відносин як взаємопов'язаних та взаємообумовлених складових однієї системи.

Як справедливо зазначає В.П. Попелюк, «порти як невід'ємна частина світової транспортної інфраструктури відіграють важливу роль в процесах перевезення вантажів морем, оскільки при перевезенні через порт переплітаються різнопланові інтереси учасників транспортного процесу (вантажовласників, перевізників, агентів, експедиторів, органів державної влади та інших) [5].

Другою особливістю портової галузі слід вважати, як правило, наявність митного кордону на території морського порту, що обумовлює специфіку регулювання відносин в морському порту, взаємодії контролюючих органів та суб'єктів господарювання, наявність спеціальних режимів господарювання на території порту [6] тощо.

Третьою особливістю портового галузі необхідно визнавати значний відсоток участі іноземних суб'єктів господарювання в портових відносинах, який знаходить своє вираження в іноземному інвестуванні в портову галузь, що спонукає забезпечувати інвестиційну привабливість портової галузі в т.ч. й шляхом вдосконалення правових засобів.

Розглянувши особливості портової галузі, необхідно дати визначення портовому господарству (галузі), під яким Пон вал Юлем та А. Ницевич пропонують розуміти «увесь майновий комплекс, що слугує основному призначенню кожного порту – здійснювати перевалку вантажів» [7]. Зазначена позиція підлягає уточненню, оскільки основним призначенням морського порту, крім обслуговування вантажів, є також обслуговування суден та пасажирів (див. абз 1 ст. 73 КТМ, п.6 ч.1 ст. 1 ЗУ «ПМПУ»). Більш того, силами морського порту обслуговується не будь-які вантажі та пасажири, а саме ті, що переміщуються або призначені для переміщення морським транспортом, а також відповідне обслуговування здійснюється саме у морських портах. Крім того, як вже зазначалось при визначенні «господарства» й похідних понять від нього, господарство включає в себе не лише засоби виробництва (майновий комплекс), а й трудові ресурси що забезпечують створення суспільного продукту. Таким чином, з економічної точки зору портову галузь необхідно розуміти як галузь економіки, яка включає в себе засоби виробництва та трудові ресурси, що забезпечують обслуговування суден, пасажирів та вантажів у морських портах.

Наведена характеристика портової галузі розглядає останню у вузькому змісті, що пов'язана із функціонуванням лише морських торговельних портів.

Таким чином, у законодавстві та наукових дослідженнях при дослідженні проблем морських портів та портового господарства, останні здебільшого розуміються як складова частина галузі морського транспорту.

Найбільш комплексно підходить у своїх дослідженнях до розуміння морського порту Ю.З. Драпайло, що доцільно використовувати у правовій базі та наукових дослідженнях. Морський порт розглядається як сукупність об'єктів портової інфраструктури, що розміщуються на певній території та акваторії та використовуються суб'єктами портової влади та/або суб'єктами портового господарства з метою надання послуг/виконання робіт в інтересах суб'єктів господарювання – споживачів портових послуг/робіт та пасажирів; територія морського порту у широкому значенні розуміється як частина земної поверхні, що включає в себе сухопутну територію порту, та вузькому значенні як частина земної поверхні, яка включає в себе сухопутну територію порту без врахування акваторії порту.

**Список літератури:**

1. **Мінакова С.М.** Економіко-методичні основи реструктуризації морських торговельних портів України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04 „економіка та управління підприємствами" / С.М. Мінакова. – О., 2009. – 16 с.

2. **Тростянецька Е.В.** Економіко-організаційні засади орендних відносин у морських торговельних портах: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.07.04 [Електронний ресурс] / Е.В. Тростянецька; Одес. держ. мор. ун-т. – О., 2001. – 16 с.

3. **Щипцов А.О.** Інтеграційні аспекти розвитку морських торговельних портів України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук :

спец 08.00.04 „економіка та управління підприємствами” / А.О. Щипцов. – О., 2008. – 20 с.

4. **Драпайло Ю.З.** Щодо поняття морегосподарського комплексу (правовий аспект) / Ю.З. Драпайло // Теоретичні та практичні проблеми забезпечення сталого розвитку державності і права: матер. Міжнар. наук. конф. (Одеса, 30 листопада 2012 р.). – О.: Фенікс, 2012. – Т.1. – С. с.576

5. **Попелюк В.П.** Правове регулювання відносин контролю у сфері господарювання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. юрид. наук : спец. 12.00.04 „господарське право, господарське-процесуальне право” / В. П. Попелюк. – О., 2011. – 18 с.

6. **Зельдіна О.Р.** Спеціальний режим господарювання: навчальний посібник / О.Р. Зельдіна. – К. : Центр навч. літ., 2005. – 112 с.

7. **Пон вал Юлем.** Инвестиции в портовое хозяйство Украины [Електронний ресурс] / Пон вал Юлем, А. Ницевич // Новый Севастополь: независимая on-line газета. – Режим доступу: http://new-sebastopol.com/news/port_sevastopol/Investicii_v_portovoe_hozyaystvo_Ukrainy

# Секція 13.
# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 005:627.2: 627:3:338.28

## СИСТЕМОТЕХНІКА ОБ'ЄКТІВ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ПІДГОТОВКИ МАГІСТРІВ

**Автор:** Рижков С.С., Харитонов Ю.М., Шевцов А.П.
*Україна, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Подальший розвиток морської галузі України [1] потребує, перш за все, вирішення питання підготовки висококваліфікованих спеціалістів, які за своїми компетенціями здатні формувати та реалізовувати комплекс системних завдань будівництва, модернізації та реконструкції об'єктів морської інфраструктури шляхом впровадження сучасних технологій проектування, методів і моделей управління, технічного нагляду, тощо, з врахуванням питань соціально-економічного розвитку регіону, проблем енергетичної та екологічної безпеки.

Виходячи із цілей Стратегії розвитку морських портів України [2] основними завданнями у галузі підготовки фахівців слід вважати: забезпечення технологічного розвитку портової галузі та підготовки кадрів, створення відповідної бази для підготовки кадрів, нових робочих місць, підтримку навчальних закладів з підготовки спеціалістів портової галузі, оновлення навчальних програм у відповідності до світових трендів, кооперацію



з міжнародними навчальними закладами, розробку програм підвищення кваліфікації співробітників порту для обслуговування нових технологічних комплексів, забезпечення підвищення рівня кадрового потенціалу галузі, оновлення та удосконалення навчально-методичної та програмно-технічної бази для підготовки фахівців у галузі морського транспорту.

На підставі результатів виконаного моніторингу показано, що на теперішній час, при існуючих потребах підприємств та організацій морського господарчого комплексу у фахівцях – системотехніках, їх підготовка у вищих навчальних закладах України не здійснюється.

Вирішення зазначеної проблеми та питань кадрового забезпечення підприємств та організацій України магістрами, діяльність яких пов'язана з системним розвитком об'єктів морської інфраструктури, відображає головну мету проведеного ліцензування (Рішення Акредитаційної комісії від 28 травня 2015 року, протокол № 116) освітньої послуги в галузі знань 0512 " Морська техніка " за спеціальністю 8.05120105 "Системотехніка об'єктів морської інфраструктури" в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.

У відповідності до потреб підприємств та організацій морського транспортного комплексу було розроблено навчальний план підготовки магістрів, який містить наступні основні дисципліни: «Правове забезпечення діяльності в галузі об'єктів морської інфраструктури», «Методологія наукових досліджень», «Математичне моделювання систем», «Управління проектами створення, будівництва та реконструкції об'єктів морської інфраструктури», «Інформаційні технології та системи об'єктів морської інфраструктури», «Теорія систем та системний аналіз», «Моделювання процесів експлуатації та об'єктів морської інфраструктури», «Маркетингові дослідження та інтегроване ресурсне планування», «Системотехніка портового господарства», «Системотехніка спеціалізованих перевантажувальних комплексів», «Системотехніка об'єктів морського транспорту».

Наведені основні показники кадрового, методичного та технічного забезпечення підготовки магістрів. Висвітлені основні напрямки наукових досліджень, які будуть покладені в основу магістерських робіт, серед яких відмічаються: морське просторове планування, системна модернізація та реконструкція портового господарства, інформаційні технології та системи об'єктів морської інфраструктури, тощо.

Викладена інформація щодо змісту навчання та майбутнього працевлаштування фахівців з даної спеціальності доводить її перспективність на ринку освітніх послуг.

**Перелік посилань**

1. Закон України «Про морські порти України» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013, № 7, ст.65

2. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, від 11.07.2013 № 548-р

УДК 005:627.2: 627:3:338.28

# ОБ'ЄКТИ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ: ГІДРОТЕХНІЧНІ СПОРУДИ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

**Автор:** Харитонов Ю.М.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

На теперішній час Україна за своїм ресурсним потенціалом та наявною індустріальною базою належить до числа країн, які спроможні вирішувати складні науково-технічні завдання розвитку окремих галузей господарювання.

Однією з актуальних проблем, що постає перед суспільством є проблема реформування портової галузі. Перш за все існуюча проблема пов'язана з тим, що основні елементи портової інфраструктури мають значний моральний та фізичний знос, ресурсне забезпечення вирішення даної проблеми не задовольняє її потребам, за своїми техніко-технологічними показниками сучасна портова інфраструктура більшості портів України не відповідає існуючим до неї вимогам [1, 2].

Застосування тієї або іншої інноваційної технології модернізації, реконструкції, реновації морської інфраструктури потребує перш за все визначення її стану за відповідними показниками.

Основними з елементів об'єктів морської інфраструктури слід вважати гідротехнічні споруди морських портів. У відповідності до [1] гідротехнічні споруди морських портів – інженерно-технічні споруди (портова акваторія, причали, пірси, інші види причальних споруд, моли, дамби, хвилеломи, інші берегозахисні споруди, підводні споруди штучного та природного походження, у тому числі канали, операційні акваторії причалів, якірні стоянки), розташовані в межах території та акваторії морського порту і призначені для забезпечення безпеки мореплавства, маневрування та стоянки суден.

Станом на 23.10.2014 року [3, 4] до Реєстру гідротехнічних споруд морських портів України внесено 356 об'єктів. Важливим показником гідротехнічних споруд є їх придатність до безпечної експлуатації. За прийнятою класифікацією їх стану 34 об'єкти потребують поточного ремонту, 2 об'єкти – потребують експлуатаційне черпання, 12 об'єктів – непридатні до експлуатації та 3 об'єкти – на яких строк служби надходить до граничного ( рис. 1).

Відмічається, що загальна протяжність гідротехнічних споруд морських портів, які потребують поточного ремонту складає близько 13825 м. Загальна протяжність гідротехнічних споруд, які не придатні для експлуатації становить 1420,5 м.

Наведено результати аналізу гідротехнічних споруд за строком їх введення в експлуатацію. Показано, що за строками введення в експлуатацію гідротехнічні споруди класифікуються доволі значним проміжком часу. Так, найстарішою спорудою, яка внесена до Реєстру гідротехнічних споруд морських портів України є Підхідний канал (13 коліно БДЛК, UANIK 016) – час введення 1815 рік, а наймолодшими ( 2014 р.) – причали 1-к та 2-к, а

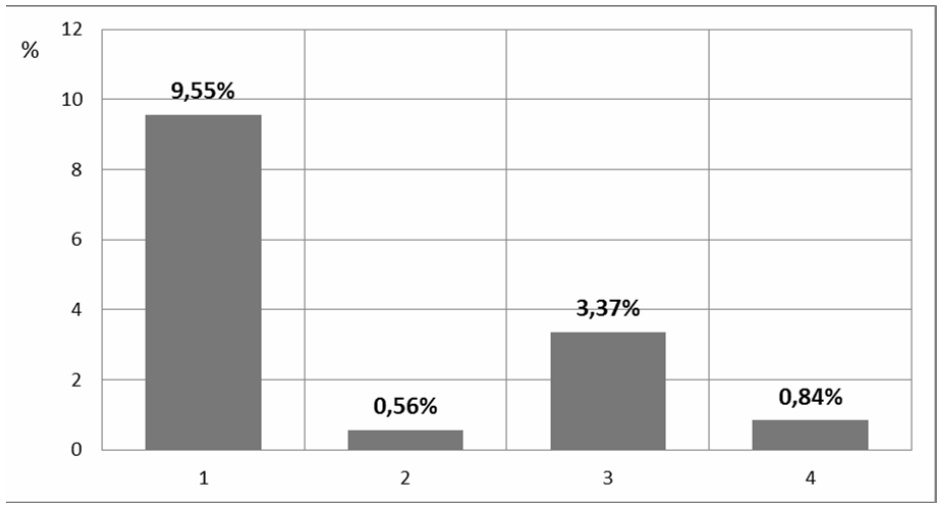



**Рис. 1.** Гідротехнічні споруди морських портів, які потребують поточного ремонту (1), експлуатаційного черпання (2), непридатні до експлуатації (3) та на яких строк служби надходить до граничного (4)

також акваторія контейнерного причалу (UAODS 062, UAODS 063, UAODS 064).

Розглянуто інші параметричні показники гідротехнічних споруд морських портів України.

**Перелік посилань**

1. Закон України «Про морські порти України» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013, № 7, ст.65

2. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, від 11.07.2013 № 548-р

3. Министерство инфраструктуры Украины. Государственное предприятие «Администрация морских портов Украины» [Электронный ресурс] http://www.uspa.gov.ua/ru/ – Загл. с экрана.

4. Філія «ДЕЛЬТА-ЛОЦМАН» Державного підприємства «Адміністрація морських портів України» [Электронный ресурс] http://www.delta-pilot.ua/uk/ – Загл. с экрана.

УДК 005:627.2: 627:3:338.28

# ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Авторы:** Харитонов Ю.Н., Колосовский Д.В.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Портовая инфраструктура представляет собой движимые и недвижимые объекты, которые обеспечивают функционирование морского порта [1]. Часть объектов портовой инфраструктуры (ОПИ) требуют для своей эксплуатации в холодное время года решения задачи их теплоснабжения. К таким объектам следует отнести доки, средства навигационного и гидрографического обеспечения, погрузо-разгрузочное оборудование, элеваторы, бытовые и складские помещения, многие другие.

На основе выполненного анализа существующих систем теплоснабжения (СТ) объектов портовой инфраструктуры показано, что ряд СТ требуют модернизации и реконструкции.

В современных условиях одной из особенностей теплоснабжения ОПИ следует считать наличие значительного числа их собственников. Показано, что структурно - параметрическое разнообразие ОПИ, нормативные требования к их теплоснабжению, а также их местоположение и др., позволяют говорить о конкурентности использования различных видов энергетических ресурсов, а следовательно – о задаче комплексной оптимизации СТ ОПИ.

Отмечается, что одной из организационных особенностей эффективного теплоснабжения ОПИ следует считать решение задачи увязки интересов их собственников.

Рассмотрены организационно-технические особенности теплоснабжения различных ОПИ: судоремонтных заводов, ремонтных мастерских, пропускных пунктов, судов портового флота, плавмастерских.



**Список использованной литературы**

1. Закон України «Про морські порти України» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013, № 7

УДК 681.5:359.3

# РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ БАЗИРОВАНИЯ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ ВОЕННО-МОРСКИХ СИЛ

**Автор:** Шевцов А.П.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Актуальность организации инфраструктуры базирования кораблей и судов военно-морских сил (ВМС) обосновывается морской доктриной государства.

Согласно доктрине ВМС должны иметь развитую систему базирования и тылового обеспечения. Она включает военно-морские базы, пункты базирования, авиабазы, судоремонтные заводы, центры снабжения, склады вооружения и другие объекты. ВМС должны располагать широкими возможностями по рассредоточенной стоянке кораблей, их ремонту и снабжению всеми видами материально-технического обеспечения, как в базах приписки, так и на боевой службе в передовых районах.

Такая система базирования и тылового обеспечения может быть формализована в виде — многоуровневой структуры из взаимодействующих элементов, объединяемых в подсистемы нескольких уровней для достижения цели функционирования и к ней могут быть применены методы системного анализа.

Научная цель применения системного анализа при организации инфраструктуры пунктов базирования кораблей и судов ВМС связана с решением задач:

- расширения и углубления представлений об особенностях взаимодействий объектов в системе, а также изучения новых её свойств;
- повышения эффективность функционирования системы при выполнении стратегических, тактических и оперативных заданий.

Методом решение этих задач выбрано математическое моделирование с использованием количественных, качественных, а также логических показателей. При решении для преодоления проблем согласования целей элементов и системы, оценки связей в системе, полноты, целостности и достоверности принято следующее. Связи в системе определены как информационные, материальные, социальные и финансовые. Критерием эффективности системы назначен интервал времени достижения результата с учетом времени запаздывания на команду управления. Условия влияние окружающей среды приняты из принципов международного морского пра-

ва, обеспечения защиты государственного суверенитета во внутренних морских водах и на континентальном шельфе, угрозы национальной безопасности с морского направления. Результаты исследования рекомендуются для задач совершенствования морской инфраструктуры с диверсификацией морських объектов и береговой зоны приморских областей.

УДК 681.3:629.9

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕТОДОМ КОСВЕННОГО КОРРЕКТИРОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

**Автор:** Шевцов А.П.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Технико-экономические и экологические показатели объектов морской инфраструктуры, которые являются сложными техническими системами, достигли в настоящее время достаточно высокого уровня.

Совершенствование показателей таких технических систем связано с их дальнейшим усложнением, которое выражается в увеличении элементов, подсистем и связей между ними.

Так как каждый технический элемент системы характеризуется комплексом показателей, то совершенствование показателей технической системы приводит к увеличению количества показателей, которые надо поддерживать в заданных границах, количества измерения первичных показателей при их функционировании, усложнением алгоритмов их обработки и технических средств их реализации.

Все эти показатели можно разделить на прямые, величины которых можно измерить и косвенные, величины которых зависят от совокупности прямых величин и определяются их значениями и связями.

Особенностью косвенных показателей сложных технических систем является то, что из-за большого числа связей одинаковым значениям одиночных косвенных показателей и их групп, соответствуют различные комбинации прямых показателей и их значений. То есть изменение или поддержания одного значения в заданных пределах одного показателя или группы показателей можно осуществлять другими показателями путем реализации комбинаций отличающихся количеством самих показателей, а также величинами их численных значений. Это обстоятельство и является основой метода косвенного корректирования определяющих факторов.

Если возможно одно состояние определяющего фактора реализовать множеством комбинаций других показателей, то возникает естественный вопрос какая из возможных комбинаций лучшая для сложной технической системы в целом. То есть определяется научная проблема - повышение уровня качественного совершенства комплексного обеспечения определяю-

щих показателей сложных технических систем, что для морских объектов равносильно обеспечению комплекса технико-экономических и экологических показателей.

Решение этой проблемы комплексного совершенствования показателей объектиов морской инфраструктуры при соблюдении ряда ограничивающих условий на протяжении их жизненного цикла останется актуальным и на ближайшее будущее.

На основании вышесказанного цель настоящего исследования - создание метода функционирования объекта, который позволяет обеспечить предельно возможные уровни технических и экологических показателей,

Достижение этой цели возможно путем реализации общей концепции - самоорганизации сложной технической системы на принципах приспособления, самонастройки, самообучения и косвенного корректирования определяющих факторов. Для этого сложную техническую систему необходимо представить в виде функционала зависящего от детерминированных и случайных функций воздействия.

Тогда задачами исследования будут следующие:

- корректное представление сложной технической системы в виде функционала зависящего от детерминированных и случайных функций воздействия;

- анализ процессов сложной технической системы при реализации способов приспособления, самонастройки, самообучения и косвенного корректирования определяющих факторов;

- составление способов поиска для определения условных экстремумов функционала, который формализует сложную техническую систему, с учетом заданных ограничений на допустимые значения отдельных факторов;

- синтез процессов метода косвенного корректирования определяющих факторов.

Объект исследования – процессы функционирования сложной технической системы.

Предмет исследования – процессы приспособления, самонастройки, самообучения и косвенного корректирования определяющих факторов.

Метод исследования – математическое моделирование.

Научное положение - обеспечение самоорганизации объекта морской инфраструктуры как сложной технической системы возможно при определении и контроле над множеством показателей работы установки, непосредственно не контролируемых основными штатными системами методом их косвенного корректирования.

Функционал сложной технической системы можно представить в виде системы нелинейных алгебраических уравнений.

Ограничения на отдельные факторы это ограничения на достигнутые значения уровней элементов устройств системы.

Алгоритмы определения условного экстремума функционалов, которые формализуют объект, составлялись на основах градиентного и случайного поисков при наличии ограничений на допустимые значения отдельных факторов.

Основные результаты применения предлагаемого метода получены для энергетических объектов морской инфраструктуры. Определяющим фактором при исследованиях установок выбирался минимум расхода топлива при условии поддержания заданных электрической и тепловых нагрузок, а также возможности генерирования воды в цикле. В итоге определены основные пути сокращения расходов топлива и обеспечения водой морских объектов при нестационарных условиях работы и выбора рациональных вариантов их структур.

УДК 005.8:627.2: 627:3:338.28

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОДУКТЫ ПРОЕКТОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

[1]Ю.Н. Харитонов, [2]Г.В.Фоменко, [1]М.Ю.Подаенко.
*[1]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,*

*[2]Контактний центр Николаевской области*

К числу приоритетных задач развития экономики Украины следует относить задачи повышения энергоэффективности, которые реализуются посредством целевых проектов и программ [1].

Одним из основных процессов управления формированием и реализацией разнообразных целевых проектов и программ повышения энергоэффективности следует считать процесс управления коммуникациями [2]. Показано, что решение задачи управления коммуникациями может лежать в плоскости решения проблемы создания Национальной программы информатизации, которая «…визначає стратегію розв'язання проблеми забезпечення інформаційних потреб та інформаційної підтримки соціально-економічної, екологічної, науково-технічної, оборонної, національно-культурної та іншої діяльності у сферах загальнодержавного значення» [3].

На основе выполненного анализа широкого спектра проектов и программ повышения энергоэффективности в различных отраслях промышленности, а также их информационного обеспечения показано, что к настоящему времени не разработаны региональные программы информатизации в области энергоресурсосбережения, в состав которых входят, также, проекты развития морской инфраструктуры.




Определена основная группа информационных ресурсов (ИР) региональных проектов и про-

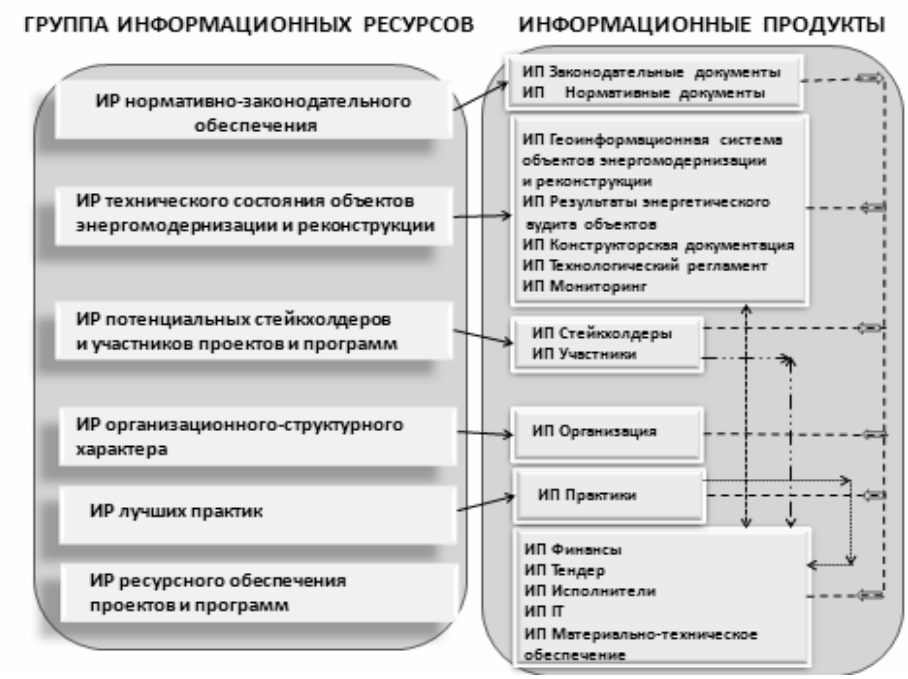



**Рис. 1.** Группы информационных ресурсов и информационные продукты региональных программ повышения энергоэффективности

грамм повышения энергоэффективности, к которым следует относить: ИР нормативно-законодательного обеспечения, ИР технического состояния объектов энергомодернизации и реконструкции, ИР потенциальных стейкхолдеров и участников проектов и программ, ИР организационного-структурного характера, ИР лучших практик, ИР ресурсного обеспечения проектов и программ.

С учетом предложенной группы ИР, разработана структура и содержание информационных продуктов(ИП), входящих в них (рис.1).

Рассмотрено содержание информационных продуктов. Так, например, информационный продукт «ИП Практики» содержит документированную информацию об имеющихся практиках формирования и реализации проектов и программ, их миссиях, целях, основных структурно-параметрических характеристиках объектов энергомодернизации и реконструкции, моделях управления стоимостью проектов и др.

## Список использованной литературы

1. Механизмы управления проектами и программами регионального и отраслевого развития: Монография [Текст] / В.Н. Бурков, В.С. Блинцов, А.М. Возный, К.В. Кошкин, К.М. Михайлов, Ю.Н. Харитонов, С.К. Чернов, А.Н. Шамрай. – Николаев: видавництво Торубара О.С., 2010 – 176с.

2. **Харитонов Ю.Н.** Информационная поддержка проектов энергосбережения [Текст] /Ю.Н. Харитонов, М.Ю. Подаенко, Г.В. Фоменко // Енергозбереження в будівництві та архітектурі: Наук. - тех. збірник. – К.: КНУБА, 2013.–Вип.4.– С.276-280

3. Закон України «Про Національну програму інформатизації – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 27-28, ст.181

УДК 005.8:627.2: 627:3:338.28

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ЗЕРНОВЫЕ ПОРТОВЫЕ ЭЛЕВАТОРЫ

**Авторы:** Харитонов Ю.Н., Голеншин В.В., Харитонов М.Ю.
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

К числу основных элементов портовой инфраструктуры следует относить портовые элеваторы (рис.1) [1].

Выполненный анализ существующих показателей энергоэффективности портовых элеваторов (ПЭ) Украины (УкрТрансАгро, Херсонского КХП, портовый терминал Ника-Тера, зерновой терминал Бориваж, зерновой терминал Гринтур-Экс, зерновой комплекс Ильичевского МТП и др.) показал их значительную энергоемкость. Для относительно старых элеваторов (ОМТП, ИМТП и др.) энергоемкость перемещения тонны зернопродуктов лежит в диапазоне 1,5…2,0 кВтч/т. Причиной такого положения следует считать эксплуатацию старых приводных механизмов (рис. 2), относительно большие протяженности транспортно-технологических линий и др.

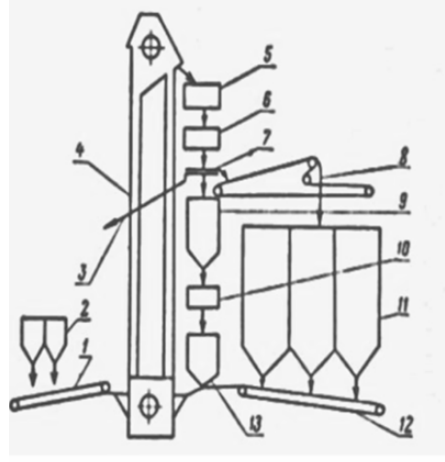



**Рис. 1.** Принципиальная схема портового элеватора: 1 — приемный ленточный транспортер; 2 — приемные бункера: 3 — отпускное устройство; 4 — нория; 5 — надвесовой бункер; 6 — весы; 7 — распределительные трубы; 8 — надсилосный транспортер; 9 — надсепараторный бункер; 10 — сепаратор; 11 — силосы для хранения зерна; 12 — подсилосный транспортер; 13 — подсепараторный бункер.

Основными направлениями снижения энергоемкости портовых элеваторов принято считать модернизацию и реконструкцию приводных механизмов, совершенствование адаптивных систем дистанционного управления, обеспечивающее оптимальное количество задействованного оборудования, внедрение аспирационных установок обоснованной

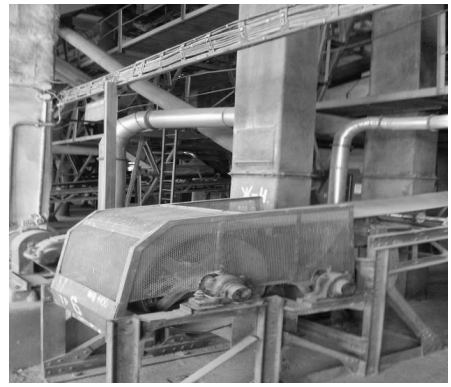


**Рис. 2.** Приводной механизм в Николаевском портовом элеваторе ГПЗКУ




**Рис. 3.** План основных мероприятий по энергетическому обследованию зерновых портовых элеваторов

энергоемкости, применение SMART-систем. Прогнозный потенциал снижения энергоемкости ПЭ составляет примерно 60% [2].

Разработка комплекса мероприятий по созданию инновационной технологии «SmartPort», том числе ее раздела «SmartEnergy» требует проведения значительных объемов предварительных энергетических обследований, которые будут отличаться по своему содержанию.

На рис.2 приведен разработанный обобщенный план основных мероприятий по энергетическому обследованию зерновых портовых элеваторов.

**Список использованной литературы**

1. Закон України «Про морські порти України» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013, № 7, ст.65
2. Опыт повышения конкурентноспособности зерновых терминалов [Электронный ресурс] http://elevatorist.com/blog/read/124-opyit-povyisheniya -konkurentnosposobnosti - zernovyih -terminalov/ – Загл. с экрана.

УДК 005.511

# РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ – ОСНОВА ЛОГИСТИКИ МОРЕХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

**Авторы:** Фатеев Н. В., Казарезов А. Я., Галь А. Ф.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

Традиционное решение транспортной задачи связывают с обеспечением эффективного использования инфраструктуры. Массовая поставка грузов в морские порты автомобильным и железнодорожным транспортом требует проводить поиск оптимальных вариантов поставщиков, средств транспортировки и кратчайших маршрутов доставки.

Ныне в логистике для решения транспортной задачи используют ряд методов и алгоритмов, для практического применения которых необходимо знание их преимуществ и недостатков.

Изложены основные подходы и методы решения транспортной задачи, как одной из наиболее распространенных задач линейного программирования. Решение позволяет разработать наиболее рациональные пути и способы транспортирования грузов, устранить чрезмерно дальние, встречные, повторные перевозки. Таким образом, сокращается время продвижения грузов и уменьшаются затраты поставщиков.

Кроме того, алгоритм и методы решения транспортной задачи могут быть использованы при решении некоторых других задач морехозяйственного комплекса. В этом случае тарифы имеют различный смысл в зависимости от конкретной задачи. К таким задачам относятся:

- оптимальное закрепление за морскими судами операций по перевозке конкретных грузов. (Величины тарифов здесь являются таким экономическим показателем, как производительность. Задача позволяет определить, сколько времени и на каком маршруте нужно использовать каждое из судов, чтобы обработать максимальное количество грузов. Так как транспортная задача требует нахождения минимума, то значения показателей тарифов берутся с отрицательным знаком);
- оптимальные назначения, или проблема выбора. (Отдельные суда могут выполнять ряд различных работ с различной производительностью. За-

дача позволяет определить, какое судно и на какой маршрут надо назначить, чтобы добиться максимальной производительности);

- задача о сокращении транспортного флота с учетом суммарных расходов на погрузку и транспортировку грузов;

- увеличение производительности автомобильного и железнодорожного транспорта за счет минимизации порожнего пробега. (Уменьшение порожнего пробега сократит количество автомобилей и железнодорожных грузовых вагонов).

Полученные результаты могут использоваться для развития морехозяйственного комплекса Украины.

**Библиографический список**

1. **Крикавський, Є. В.** Логістичні системи [Текст] : навч. посіб. / Є. В. Крикавський, Н. В. Чорнописька. – Л. : Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. – 264 с.

2. **Крикавський, Є. В.** Логістика: компендіум і практикум [Текст] : навч. посіб. / Є. В. Крикавський, Н. В. Чорнописька. – К. : Кондор, 2009. – 338 с.

3. **Чорнописька, Н. В.** Розвиток логістики в Україні: екологічний вимір [Електронний ресурс] / Н. В. Чорнописька // Вісник нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2013. – № 762. – Режим доступу: http//vlp.com.ua/periodicals/bulletins/logi

УДК 378.1: 681.2

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ФАКУЛЬТЕТЕ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Авторы:** Харитонов Ю.Н., Шевцов А.П., Грешнов А.Ю.,
*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова*

Подготовка к лицензированию новых специальностей на факультете морской инфраструктуры Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, а также аккредитация уже существующих потребовала персмотра вопросов метрологического обеспечения учебного процесса.

Показано, что учебные планы подготовки по специальностям: «Енергетический менеджмент», «Системотехника объектов морской инфраструктуры» , «Приборы точной механики», а также «Специализированные компьютерные системы» предусматривают значительную учебную нагрузку, связанную с различными аспектами метрологии.

Рассмотрены потребности в приборном и программном обеспечении курсов метрологической направленности, а также для выполнения лабораторных, курсовых и дипломных проектов, организации научно-исследовательской работы студентов, аспирантов, сотрудников факультета.




**Рис. 1.** Инновационное приборное оборудование: георадар, телевизионный инспектор, тепловизор

На основе выполненного анализа перспективных направлений метрологического обеспечения функционирования предприятий различных отраслей хозяйствования в планы учебных программ внесены вопросы, связанные с теорией и практикой использования инновационных технологий и приборного обеспечения измерений.

Показаны методологические подходы к изучению прикладных аспектов использования полиметрических систем, тепловизоров, георадаров, устройств телевизионной инспекции и многое другое.

Приведена сводная ведомость метрологического обеспечения факультета морской инфраструктуры, включающая стандарты, нормативные документы, лабораторное оборудование и стенды, приборы и измерительные устройства.

УДК 005:621.1:338.28

## ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ: « ІСППР – ОХОРОНА ПРАЦІ НА ОБ'ЄКТАХ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ»

**Автори:** Харитонов Ю.М., Мозговий А.М.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

У відповідності до [1] охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Одним з основних завдань системи слід вважати впровадження сучасних досягнень науки та техніки з метою попередження виробничого травматизму та професійних заболевань, запобігання виникненню небезпечних факторів на обєктах морської інфраструктури.

Серед наукових розробок, які спрямовані на підвищення ефективності системи управління охороною праці на об'ктах морської інфраструктури слід виділити розробку та створення спеціалізованої інформаційної системи для підтримки прийняття рішень з питань охорони праці (ІСППР) [2]. Важливим

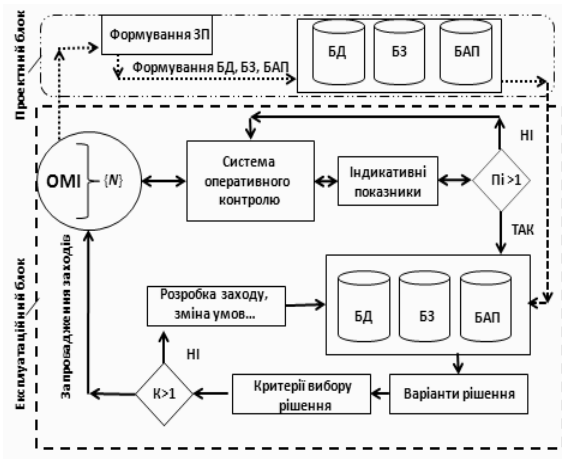



**Рис. 1.** Фрагмент ІСППР

блоком ІСППР виступає система оперативного контролю, яка за прийнятим визначенням є сукупністю організаційно-технічного забезпечення (рис.1) управління охороною праці в реальному часі. Розглянуто основний зміст оперативного контролю за рівнями: управління, інженерне забезпечення, виконання.

Проаналізована оперативна інформація за класифікацією: позасистемна та внутрішньосистемна. Наведено основні інформаційні потоки, які стосуються ситуації на виробничих місцях, питань виконання управлінських, інженерних та організуючих рішень.

## Перелік посилань

Закон України «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668

**Харитонов Ю.М.** Охорона праці на об’єктах морської інфраструктури: інформаційна система для підтримки й прийняття рішень [ Текст] / Ю.М. Харитонов, А.М. Мозговий / – Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні: Матеріали Х-ої Міжнародної науково - технічної конференції .– Миколаїв: НУК, 2015.– С. 212-214

УДК 62-716

# ВИКОРИСТАННЯ ДВОФАЗНИХ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МОДУЛІВ НА ОБ'ЄКТАХ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Автор:** Долганов Ю.А.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

Перехід на світлодіодне освітлення – один із перспективних напрямів впровадження енергозберігаючих технологій на об'єктах морської інфраструктури. Світильники на базі світлодіодів використовуються для освітлення портових споруд, будівель та прилеглих до них територій, офісних та виробничих приміщень тощо.

Основним привабливим фактором світлодіодних (LED) технологій є принципово більш високий, порівняно з іншими доступними джерелами світла, рівень світловіддачі, що забезпечує значний економічний ефект (за даними [1] зменшення витрат електроенергії на освітлення та витрат на обслуговування складає до 50%).

Крім зазначених високої світлової віддачі та великого ресурсу роботи, до числа переваг LED світильників можна також віднести відсутність затримки при ввімкненні; відсутність пульсацій світового потоку; можливість отримання світлового потоку різного спектрального складу; висока стійкість до зовнішнього впливу (вологість, пил, вібрації); електро- та вибухобезпечність; висока технологічність при масовому виробництві.

Однак слід приймати до уваги певні недоліки LED систем, які створюють ряд проблем для їх повномасштабного впровадження. Світловіддача світлодіодного джерела світла залежить від температури, при якій функціонують світлодіоди. При температурах понад +80 0С їх світловіддача значно знижується, а при температурах більше +150 0С – наближується до нуля [2]. Тому виникає задача розробити і впровадити таку систему терморегулювання світлодіодних джерел світла, яка забезпечить необхідні значення світлового потоку, строку служби і надійність при відносно невисокій вартості всього виробу.

Охолодження світлодіодних систем освітлення забезпечують пасивним чи активним методами.

Пасивними системами охолодження світлодіодних модулів прийнято називати такі, в яких відвід тепла забезпечується радіатором з теплопровідного матеріалу і природною конвекцією повітря. Активними системами охолодження світлодіодних модулів прийнято називати такі, в яких тепло відводиться не тільки вільною конвекцією з площі радіатора, а й за допомогою примусово створюваного руху повітряного чи рідинного середовища.

На рис.1 представлена конструкція термосифонної системи охолодження світлодіодного світильника. Особливістю даної конструкціє є те, що світлодіодний модуль який складається з світлодіода 6, корпуса-рефлектора 5 та теплопровідної підложки 7, кріпиться на пластину 4 з високим показником теплопровідності. До цієї пластині кріпиться термосифон 1, завдяки

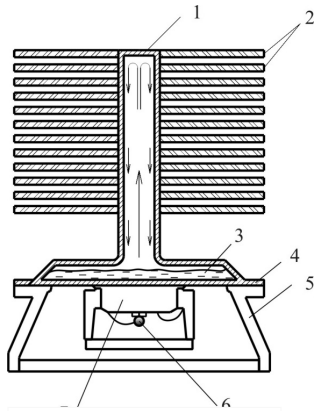



**Рис. 1.** Поперечний переріз світлодіодного світильника с термосифонною системою охолодження

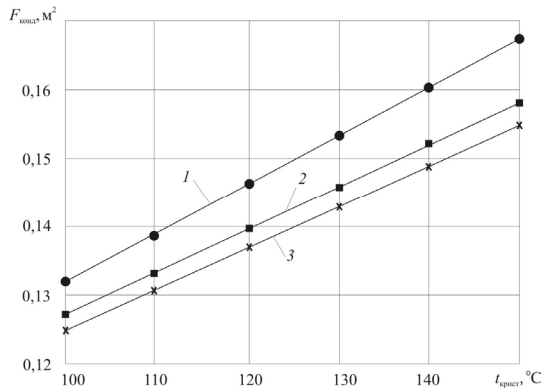



**Рис. 2.** Залежність розрахункової площі конденсатора від температури кристалу світлодіода для різних теплоносіїв : 1 – фреон-113; 2 – ацетон; 3 – метанол

якому тепло рівномірно розподіляється по формі радіатора 2. Випарна частина термосифону всередині заповнена теплоносієм 3.

Результати розрахунку термосифонної системи охолодження світильника з потужним світлодіодом CREE ML-B наведені на рис.2 у вигляді графічних залежностей розрахункової площі конденсатора від температури кристалу світлодіода в діапазоні від номінальної робочої tmin=100°C до максимально допустимої за документацією tmax = 150°C, для трьох варіантів теплоносіїв: ацетону, метанолу та фреону-113.

**ВИСНОВКИ.**

Запропоновано конструкцію системи охолодження світлодіодних світильників. Наведено результати розрахунку термосифонної системи охолодження світильника з потужним світлодіодом CREE ML-B для трьох варіантів теплоносіїв: ацетону, метанолу та фреону-113.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.**

1 **Айзенберг, Ю. Б.** Энергоэффективное освещение. Проблемы и решения [Текст] / Ю.Б Айзенберг, О.В. Малахова, - Энергосвет. – 2010. - №6(11).

2 **Староверов, К. А.** Системы охлаждения для светодиодов [Текст] // К.А. Староверов, - Новости электроники. – 2008. - №17

УДК 627.2

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: ОБРОБКА ЗАМКОВИХ ПАЗІВ В ДИСКАХ ГТД

**Автор:** Двірна О.З.,
*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*

В системах енергозабезпечення об'єктів морської інфраструктури особливе місце займають газотурбінні агрегати, надійність експлуатації яких суттєво впливає на техніко-економічні показники роботи основних елементів морегосподарського комплексу.

Виконано аналіз умов експлуатації пазового кріплення лопаток газових турбін: дія агресивного середовища, високих робочих температур (рис.1) і тиску, значних циклічних знакозмінних навантажень, вібрацій.

Показано, що істотним недоліком данного способу кріплення може стати низька якість робочих поверхонь, яка значно погіршує демпфуючу здатність з'єднання.

Розглянуті технологічні вимоги до шорсткості обробленої поверхні і фізико-механічних показників поверхневого шару.

Інтенсивне підвищення потужностей, температур і ресурсу ГТД вимагає впровадження нових жароміцних сталей і сплавів, здатних працювати тривалий час при високих температурах в складнонапруженому стані при одночасній дії агресивного зовнішнього середовища.

До таких матеріалів відноситься сталь ЭП517-Ш. Вона має хороші експлуатаційні властивості, набагато дешевша від існуючих аналогів і виплавляється на вітчизняних заводах, але має свої особливі фізико-механічні властивості, які призводять до зниження якості обробленої поверхонь підчас застосування традиційних технологій її обробки. Тому були досліджені і впроваджені

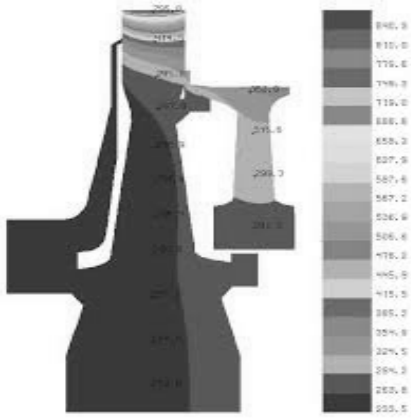


**Рис. 1.** Температурне поле першої ступені ГТД [1]

**Таблиця 1.** Рекомендації по технологічному забезпеченню якості поверхні замкових пазів в залежності від передбачуваних умов експлуатації дисків із сталі ЭП517-Ш

| Місце використання | Шорсткість поверхні | Зміцнення поверхневого шару | Залишкові напруження |
|---|---|---|---|
| Диски компресорів низького тиску | Ra = 1,24…0,63 мкм<br>Повна відсутність слідів обробки і будь-яких дефектів.<br>Забезпечується:<br>1)протягуванням зраз-ків з твердістю HRC 39…43 на швидкості V = 1 м/хв, при подачі на зуб S = 0,03 мм/зуб і переднім куті протяжки γ = 27º. | Бажане зміцнення поверхневого шару.<br>Забезпечується:<br>1) протягуванням зразків з твердістю HRC 32 на низьких V = 1…1,5 м/хв і підвищених V = 4,5…11,4 м/хв швидкостях різання при подаче на зуб S = 0,05 мм/зуб і переднім куті протяжки γ = 20º; V = 21,4…28,1 м/хв, при S = 0,1 мм/зуб. | Бажані стискальні залишкові напруження<br>в поверхневому шарі<br>Забезпечується:<br>1)протягуванням зразків різної твердості на низьких швидкостях різання V = 1…1,5 м/хв інструментом з S = 0,05…0,1 мм/ зуб і переднім кутом про-тяжки γ = 20…27º. |
| Диски компресорів високого тиску | Ra = 1,24…0,63 мкм<br>Повна відсутність слідів обробки і будь-яких дефектів.Забезпечується:<br>1)протягуванням зразків з твердістю HRC 39…43<br>на швидкості V = 1 м/хв, при подачі на зуб S = 0,03 мм/зуб і переднім куті протяжки γ = 27º | Бажане незначне зміцнення поверхневого шару<br>Забезпечується:<br>1) протягуванням зразків з твердістю HRC 39 на низьких швидкостях різання V = 1…1,5 м/хв | Наявність стиска-ючих залишкових напружень у поверх-невому шарі бажана, але з плином часу вони релаксують |
| Диски турбін T = 1530°K (на вході 1 сходинки) T = 748°K (на вході 6 сходинки) | | Не бажане зміцнення поверхневого шару. Забезпечується:<br>1) протягуванням зразків з твердістю HRC 32 тільки на підвищених швидкостях різання V = 8,7…28,1 м/хв при подачі на зуб S = 0,05…0,1 мм/зуб і переднім куті протяжки γ = 20º. | Не регламентується, т.я. достатньо швидко релаксує в умовах високих температур |

нові енергозберігаючі технології обробки замкових пазів в дисках зі сталі ЭП517-Ш

Враховуючи широку область використання досліджуваного матеріалу в сучасному газо-турбобудуванні, отримані результати дослідження якості поверхневого шару замкових пазів систематизовані в залежності від передбачуваних умов експлуатації дисків ( табл. 1, наведено частково).

Наводяться результати експериментальних досліджень інноваційної технології [2], які проведені на протяжному та стругальному верстатах в діапазоні швидкостей різання 1...28,1 м/хв з використанням різних видів СОТС («Сульфофрезол», Укринол-5/5 (-14,-202), ОСМ-1(-3) «Асфол», «Никвол») і в умовах «сухого» різання.

**Перелік посилань**

**Тарасов А.И.** Сравнительная эффективность парового и воздушного охлаждения диска и лопаток газовой турбины [Електронний ресурс] /А.И. Тарасов, А.А. Гуринов, Чан Конг Шанг/ http://www.kpi.kharkov.ua/archive /vestnik/ – Загл. с экрана.

**Двирная О. З.** Повышение качества газотурбинных дисков путем усовершенствования технологии их обработки [Текст] / О. З. Двирная, А. П. Шумилов // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков: ПП «Технологічний центр», 2014. – № 1/2 (15). – С. 4–8.

# ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

*Рыжков С.С., Харитонов Ю.Н.* Инновационный проект: «NUOS–SmartPort-UA». . . . . 3

*Рыжков С.С., Возный А.М., Горбов В. М. , Кныpик Н.Р., Кошкин К.В., Никитин П.В., Сербин С.И., Хведелидзе П.Г.* Создание проектно-ориентированного международного центра подготовки плавсостава . . . . . 5

*Егоров Г.В.* Черноморский регион: какие нужны новые суда? . . . . . 6

*Берко В.М., Головченко Г.А., Жуков Ю.Д., Іванішин Б.П., Казарян М.А., Калашников В.М., Хачатуров Е.Б.* Створення спільного комунального пароплавства: мета, механізм і суспільні аспекти підтримки. . . . . 8

*Автутов Н.В.* Сохранение флота гражданского назначения: строительство новых судов с ис-пользованием элементов судов-доноров.. . . . . 12

*Некрасов В.А.* Развитие судоходства по рекам Украины . . . . . 15

*Дубовий О.М., Карпеченко А. А., Жданов О. О.* Підвищення фізико-механічних властивостей металів і сплавів, напилених покриттів формуванням здрібненої та нанорозмірної полігонізаційної субструктури . . . . . 18

*Кривощеков В. Е. О* некоторых значимых трендах современных мировых информационных технологий в промышленности и на транспорте . . . . . 23

*Король Ю.М., Шурбин С.В., Король К.Ю.* Мини ГЭС сифонного типа. . . . . 25

*Попов А.П.* Инновационные судовые зубчатые передачи с четырёхпарным точечным зацеплением зубьев . . . . . 32

*Яким'як С. В.* Бойові морські роботизовані системи: проблеми та перспективи створення для національного флоту . . . . . 35

*Жолоб О.Г., Борисов В.Є, Хардіков В.П., Пшеничний В.В.* Швидкохідний катер проекту «БРИЗ-40» . . . . . 38

Секція 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

*Щедролосев А. В., Узлов А. Н., Кириченко К.В.* Розробка схем систем для забезпечення ремонтопридатності баластних відсіків транспортних і нафтоналивних суден, металевих й композитних плавучих ремонтних доків . . 41

*Коростылев Л.И., Кочанов В.Ю., Юреско Т.А., Бурзакова И.Г., Клюшнева Я.С.* Интумисцентное покрытие для защиты судовых электрических кабелей при пожаре в замкнутом пространстве . . . . . 44

*Соломонюк Н.С. О* возможности замены блоков плавучести в необитаемом подводном аппарате «АРГОБУЙ» . . . . . 47

*Бурдун Е.Т., Юреско Т.А.* Теплоізоліційні блоки плавучості в складі населених підводних засобів. . . . . 49

*Бурдун Е. Т., Крептюк А. В.* К вопросу проектирования тороидального прочного корпуса из волокнистых полимерных композиционных материалов для подводной техники . . . . . 52

*Кочанов В.Ю.* Влияние геометрических параметров на эксплуатационные характеристики конических глубоководных иллюминаторов . . . . . 54

*Белая С.Ф., Петрюк О.В.* Эффективность использования полимерных композиционных материалов для тороидальных прочных корпусов подводных аппаратов . . . . . 57

*Мариянчук Я. Ю.* Перспективы применения системы пожаротушения HI-FOG® на судах . . . . . 60

Секція 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

*Егоров Г.В., Автутов Н.В., Калугин Я.В.* Основные тенденции в пассажирских перевозках водным транспортом . . . . . 62

*Егоров Г.В., Егоров А.Г.* Анализ опыта эксплуатации речных круизных пассажирских судов и риска их эксплуатации . . . . . 65

*Егоров Г.В., Автутов Н.В.* Перевозки негабаритных и тяжеловесных грузов отечественным водным транспортом . . . . . 68

*Егоров Г.В., Тонюк В.И., Калугина Н. Н.* Сухогрузные суда-коастеры типа «Каспиан экспресс» . . . . . 70

*Егоров Г.В., Тонюк В.И., Калугина Н. Н.* Концепт современного сухогрузного судна смешанного река-море плавания с ледовой категорией Лед 40 для «северного» завоза . . . . . 72

*Егоров Г.В., Ильницкий И.А., Черников Д.В.* Концепция железнодорожно-автомобильно-пассажирских паромов арктического класса для Сахалина . . . . . 74

*Егоров Г.В., Ильницкий И.А., Черников Д.В.* Железнодорожный паром для перевозки железнодорожных вагонов, а также других накатных грузов, с ледовой категорией «Арк4» для линии Усть-Луга – Балтийск – Засниц – Мукран . . . . . 77

*Автутов Н.В., Музыка Н.Ю.* Предпосылки создания современных речных землесосов . . . . . 79

*Егоров А.Г.* Создание математической модели определения главных характеристик составных судов . . . . . 81

*Егоров А.Г.* Определение оптимального значения коэффициента общей полноты и скорости составных судов и барже-буксирных составов «Днепро-макс» класса . . . . . 83

*Нильва В.А.* Особенности анализа и классификации аварийных происшествий судов внутреннего и смешанного районов плавания . . . . . 87

*Нєкрасов В.О., Бондаренко О.В.* Формування концепції комплексного оцінювання ефективності та надійності кораблів берегової охорони . . . . . 90

*Бондаренко О.В.* Розрахунок навантаження мас суден для доставки персоналу на шельфові вітроелектропарки . . . . . 93

*Вамболь С.О., Міщенко І.В., Кондратенко О.М., Бурменко О.А.* Алгоритм побудови емпіричного закону розподілу даних непрямого визначення нелінійних величин на прикладі геометричних характеристик тілкочення підшипників . . . . . 96

*Слободян С.О., Морозов А.А.* Обзор малых пассажирских судов прибрежного района плавания . . . . . 99

*Морозов К.А.* Определение нагрузки масс и центра тяжести судна при помощи 3D САПР SolidWorks. . . . . 103

*Петрова А.С., Саустиян Я.П.* Анализ архитектурно-конструктивных типов скоростных катеров береговой охраны . . . . . 106

*Соломенцев О.И.* Предложения по формированию концепции ракетно-артиллерийских катеров береговой обороны для ВМСУ . . . . . 108

*Соломенцев О.И.* Сопоставительный анализ расчётных зависимостей для определения вероятности опрокидывания судна . . . . . 111

*Соломенцев О.И., Кондратьева Л.Ю.* Бортовая качка повреждённого судна под действием внешнего возмущения, близкого к белому шуму . . . . . 114

*Коробанов Ю.Н., Волик Д.А., Коробанова А.А.* Концепция робототехники с позиций проектирования корпусных конструкций . . . . . 117

*Соломенцев О.И., Нгуен Б.К.* О двух методах расчёта размеров пробоины при контактном и неконтактном взрывах . . . . . 119

*Соломенцев О.И., Нгуен Б.К.* Применение марковского процесса гибели и размножения для анализа распространения пожара по кораблю. . . . . 122

*Соломенцев О.И., Нгуен Т.Н.* О влиянии взаимного расположения центрального корпуса и аутриггера на непотопляемость корабля с аутриггерами . . . . . 125

*Соломенцев О.И., Нгуен Т.Н.* О влиянии взаимного расположения центрального корпуса и аутриггера на продольную качку корабля с аутриггерами . . . . . 128

*Соломенцев О.И., Кондратьева Л.Ю. В*етровые бортовые колебания повреждённого судна под действием внешнего возмущения, близкого к белому шуму . . . . . 131

Секція 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ У СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

*Дубовий О. М., Карпеченко А. А., Жданов О. О., Бобров М. М., Макруха Т. О.* Дослідження впливу передрекристалізаційної термічної обробки на твердість і субструктуру газополуменевих покриттів . . . . . 134

*Лебедева Н. Ю., Казимиренко Ю. А., Лебедева Е.В.* Подготовка и применение металлической стружки в энергоемких технологиях получения порошковых материалов . . . . . 137

*Дубовий О. М., Карпеченко А. А., Бобров М. Н., Лимарь О. О.* Перспективи розвитку електродугового методу напилення . . . . . 140

*Волков Г.В.* Структурная и технологическая наследственность при объемной и поверхностной активации сплавов. . . . . 143

*Лебедева Н.Ю., Карпеченко А.А., Казимиренко Ю. А. Бобров М.Н., Трофименко Ю. Г.* Исследование возможности получения электродугового покрытия из стали 65Г с алюмосиликатными полыми микросферами.. . . . . 145

*Дубовой А.Н., Карпеченко А.А., Бобров М.Н., Лимарь А.А.* Обеспечение повышенных физико-механических свойств электродуговых и плазменных покрытий электроимпульсным воздействием на гетерофазную струю . . . . . 147

*Янковець Т.А.* Розробка технологічних основ плазмового напилення порошкових покриттів з наноструктурними елементами.. . . . . 149

*Жданов О.О., Лимарь О.І.* Підвищення ресурсу роботи ножів жниварок для збирання сільськогосподарської продукції передрекристалізаційною термічною обробкою . . . . . 151

*Шкурат С. И., Жданов А. А.* Особенности коррозионного поведения форфасов из стали AISI 304 в водной среде.. . . . . 153

*Казимиренко Ю. А., Фарионова Т. А.* Применение экспертных методов для оценки толщины защитного слоя композитных конструкций судов для перевозки радиоактивных грузов . . . . . 155

*Новошицкий А.В.* Технология изготовления тонкостенных гнутых перфорированных профилей гибкой с продольным растяжением . . . . . 157

Секція 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

*Кісєтов Ю.В., Ратушняк І. О., Ратушняк Л. П.* Проблеми визначення вартості суднового енергетичного обладнання . . . . . 160

*Хлопенко Н.Я., Сорокина Т.Н.* Влияние параметров питателя на статические характеристики гидростатодинамического подпятника . . . . . 162

*Дымо Б. В.* Вклад профессора Рыжкова в развитие теплофизической науки . . . 164

*Кузнецов В.В.* Рациональная интенсификация теплообмена в пакетах трубных пучков . . . . . 166

*Половец Ю. А., Волошин А. Ю.* Исследование эффективности перемешивания сред в эжекционных устройствах газовыпускных систем энергетических установок . . . . . 168

*Попов А.П. , Савенков О.И., Марченко Д.Д.* Влияние перекосов зубьев на контактную прочность зубчатых передач . . . . . 172

*Мостипаненко А.Б., Козловский А.В., Котко С.В., Мартынюк Э.В.* Повышение стабильности низкоэмиссионной камеры сгорания ГТД использованием плазменных стабилизаторов. . . . . 174

*Козловский А.В.* Анализ основных дефектов камер сгорания и элементов ГТД, вызываемых неустойчивостью горения . . . . . 178

*Мостипаненко А.Б., Чжоу Ши Чен* Использование ANSYS WORBENCH при комплексном проектировании ступени компрессора . . . . . 181

*Мостипаненко А.Б., Мамедов Р.Т.* Моделирование образования и разрушения жидких пленок топлива в камерах сгорания судовых ГТД . . . . . 182

*Чередниченко А.К.* Исследование эфективности термохимической регенерации тепла в энергетической установке газовоза LNG . . . . . 184

*Сербін С.І., Гончарова Н.О.* Дослідження характеристик камери згоряння газотурбінного двигуна, що працює на синтез-газах різного складу . . . . . 185

*Гончарова Н.О., Бурунсуз К.С.* Дослідження ефективності комплексу з плазмовою переробкою високозольного вугілля в синтез-газ та подальшим виробленням електроенергії . . . . . 188

*Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Проскурін А.Ю., Митрофанов О.С., Познанський А.С.* Підвищення паливної економічності енергетичної установки на базі двигуна 1Ч 7,5/6 за рахунок термохімічної утилізації тепла . . . . . 190

*Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Познанський А.С., Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю.* Особливості процесу згоряння ДВЗ 2Ч 7,2/6 з добавками синтез-газу до бензину . . . . . 193

*Москалев А.А.* Влияние синтезирования покрытий на величину радиуса округления режущей части твердосплавного инструмента . . . . . 196

*Москалев А.П.* Исследование влияния режимов резания на степень пластической деформации обрабатываемого металла при торцовом фрезеровании . . . . . 198

*Горбов В.М., Митенкова В.С.* Тренды использования сжиженного природного газа в качестве судового топлива . . . . . 200

*Ткач М. Р., Тимошевський Б. Г., Галинкін Ю. М.* Розрахунок водневого детандеру як елемента утілізаційної металогідрідної установки безперервної дії . . . . . 203

*Попов А.П., Савенков О.И.* Влияние зубчатых муфт на эффективный КПД ГТА в условиях перекосов осей соединяемых валов . . . . . 206

Секція 5. ХОЛОД В ЕНЕРГЕТИЦІ, ПРОМИСЛОВОСТІ

*Безродний М.К., Притула Н.О., Перевьорткін Р.В.* Оптимальні умови роботи теплонасосних систем опалення у поєднанні з ґрунтовими теплообмінниками . . . . . 211

*Безродний М.К., Рачинський А.Ю.* Граничні умови ефективного використання розпилюючої форсунки в газокрапельних контактних утилізаторах теплоти відхідних газів . . . . . 214

*Кантор С.А.* Определение рациональных характеристик термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ . . . . 216

*Радченко А.Н., Стахель А., Прядко А.И.* Получение и использование конденсата в процессах охлаждения воздуха газового двигателя автономного энергообеспечения . . . . . 220

*Радченко Р.Н.* Охлаждение циклового воздуха главного дизеля транспортного судна . . . . . 223

*Радченко А.Н., Кантор С.А.* Комбинированная теплоиспользующая система охлаждения воздуха на входе газотурбинной установки и ее рациональное проектированию . . . . . 226

*Радченко Н.И., Рамзи Эл Герби* Охлаждение воздуха на входе рекуперативных ГТД абсорбционной и эжекторной теплоиспользующими холодильными машинами . . . . . 229

*Калиниченко И. В., Андреев А. А., Свиридов В. И.* Математическая модель для расчета цикла теплонасосной паропроизводящей установки на ЭВМ . . . . . 231

*Грич А.В.* Ступенчатое охлаждение приточного воздуха машинного отделения автономной электростанции . . . . . 234

*Остапенко О.В.* Трансформація теплоти когенераційного газового двигуна абсорбційною холодильною машиною . . . . . 236

*Грич А.В., Радченко Н.И.* Охлаждение воздуха машинного зала установки автономного энергообеспечения . . . . . 239

*Радченко Р.Н., Калиниченко И.В., Щербак Ю.Г.* Утилизация низкопотенциальной теплоты уходящих газов судового дизеля с охлаждением воздуха на входе в климатических условиях рейсовой линии . . . . . 241

*Радченко Н. И., Бохдаль Л., Грич А. В., Есин И. П.* Исследование повышения эффективности оборотного охлаждения газового двигателя . . . . . 245

*Радченко А.Н., Кантор С.А.* Моделирование охладителей воздуха на входе ГТУ абсорбционно-эжекторным термотрансформатором . . . . . 249

*Радченко Н.И., Радченко Р.Н., Андреев А.А., Сирота А.А.* Охлаждение наддувочного воздуха судового малооборотного дизеля . . . . . 251

*Радченко А.Н., Морозова А.С.* Управление инновационными самоокупающимися проектами модернизации газоперекачивающих станций . . . . . 256

*Моря А.О., Трушляков Є.І., Чегринцев Ф.О.* Відцентровий компресор з регулюванням канальним дифузором з поворотним диском . . . . . 259

*Trushliakov E.* The peculiarities of indoor atmosphere quality in living compartments of manned submersibles . . . . . 262

Секція 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

*Рыжков С.С., Шевцов А.П.* Синтез аэрозольных градиентных технологии при интенсификации процессов очистки в дисперсных многофазных средах объектов морской инфраструктуры . . . . . 265

*Кузнецова С.А., Шевцов А.П.* Схемные решение расположения елементов КГПТУ при обессоливании минерализованой воды . . . . . 267

*Бганцев В.М., Авраменко А.М., Кондратенко О.М.* Особливості та результати адаптації поршневого двигуна до використання бензоспиртових сумішей . . . . . 268

*Кондратенко О.М., Вамболь С.О.* Фактори небезпеки експериментальних досліджень на моторному випробувальному стенді. Трансмісія стенду . . . . . 271

*Пацурковский П.А., Лейбович Л.И.* К вопросу определения параметров контактного аппарата при очистке воздуха от сероводорода . . . . . 274

*Борцов А.С.* Планирование эксперимента при взаимодействии сред газожидкостного потока в трубачатосетчатой насадке при форсировании скорости газа . . . . . 276

Секція 7. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

*Жуков Ю. Д., Еременко А. П.* Интеллектуализация систем информационной поддержки безопасности судна . . . . . 279

*Король Ю.М.* Комплекс CAD CAE CAM систем для осевых лопастных машин. . . . . 281

*Корнелюк О.Н.* Анализ результатов расчёта гребного винта в свободной воде в CFD-ПАКЕТЕ FLOW VISION при различных способах постановки проекта . . . . . 286

*Король Ю. М., Бражко А. С., Урсолов А. И.* Исследование эффективности работы комплексов винт-пре пропеллер и винт-пост пропеллер в среде FlowVision . . . . . 288

*Зайцев Д.В., Зайцев В.В., Зайцев Вал.В.* Математическая модель кормового рессорного гибкого ограждения СВПА . . . . . 291

*Зайцев Д.В., Зайцев В.В., Зайцев Вал.В.* Об особенностях расчета волнового сопротивления амфибийных судов на воздушной подушке на мелководье в ограниченной акватории . . . . . 294

*Ткаченко Ю. Н.* Анализ влияния наклона образующей на напряженно деформированное состояние ресивера гибкого ограждения судна на воздушной подушке при встрече с волной . . . . . 298

*Трунин К. С.* Математическая модель гибкой связи в составе морской привязной системы . . . . . 300

*Коростылёв Л. И., Литвиненко Д. Ю.* Определение долговременного распределения напряжений при оценке усталостной прочности узла корпуса судна . . . . . 304

*Шарун Г. В.* Исследование напряженно-деформированного состояния корпусов накатных судов . . . . . 306

Секція 8. ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

*Блінцов О.В., Корицький В.І., Табаков Є.М.* Формування нейромережевого біометричного еталону для системи контролю доступу на базі ритму набору паролю . . . . . 311

*Самойленко Д. М.* Порівняльний аналіз швидкодії сучасних браузерів для задач шифрування даних . . . . . 314

*Баронова О.А., Кабачек О.Д.* Системний підхід до розробки СУІБ судна. . . . . 317

*Бабкін Г. В., Касьянов Ю. І., Самойленко Д. М.* Збільшення кута зору відеосистеми підводного апарата . . . . . 319

*Нужний С.М., Ракутіна Л.О.* Комплексна система автентифікації транспортних засобів. . . . . 321

*Турти М.В.* Нечітка нейронна мережа для управління технічними засобами захисту інформації. . . . . 324

*Хлопенко Н.Я., Гаврилов С.А., Хлопенко И.Н.* Об устойчивости наблюдающих устройств автоматизированных электроприводов . . . . . 325

*Войтасик А.М.* Технічні проблеми безпечного застосування автономної радіогідроакустичної станції . . . . . 328

*Сірівчук А. С.* Модуль автоматичного прокладання маршруту при різних задачах моніторингу підводного середовища . . . . . 330

*Гудыма Е.А.* Выделение и кодирование полиметрического сигнала для снижения затрат на его хранение и передачу . . . . . 331

*Моторкін Д.Ю.* Автономний рівнемір для моніторингу рівня води у відкритих водоймах . . . . . 334

*Наконечный А.Г., Зивенко А.В.* Автоматизация калибровки каналов уровня полиметрических систем . . . . . 337

*Майданюк П.В.* Концепція системи захисту інформації, що циркулює на об'єктах морської інфраструктури . . . . . 340

*Павлов Г. В., Обрубов А.В., Винниченко И.Л.* Анализ структур силовой части систем бесперебойного питания . . . . . 343

Секція 9. УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ У СУДНОБУДУВАННІ

*Рыжков С.С., Слободян С.О.* Инновационные проекты развития судостроения и повышения экономической эффективности морских перевозок . . . . . 345

*Харитонов Ю.М., Кошкін В.К.* Проекти реконструкції систем водопостачання: індикативні показники . . . . . 349

*Гайда А. Ю., Кошкин В. К.* Анализ состояния проектов реконструкции муниципальных систем водоснабжения методом нейронных сетей . . . . . 351

*Ажищев В.Ф., Мандра А.В., Антыкова И.В.* Создание модели постройки судна . . . . . 354

*Маршак О. І., Смикодуб Т. Г., Сінякін С. Г.* Моделі обміну інформацією в аутсорсинговому проекті . . . . . 357

*Потапенко О.М.* Управлінські рішення в сфері економічної безпеки на засадах «зеленої» економіки . . . . . 358

*Бурунсуз К.С.* Роль процесів управління ризиками в проектах і програмах створення плазмохімічних елементів для екологічно чистих енергетичних систем . . . . . 367

*Марущак И.А.* Развивающиеся проекты . . . . . 369

*Марущак И.А.* Коридорные сетевые графики и сетевые матрицы . . . . . 371

*Слободян С.О.* Анализ конкурентоспособности судостроительных предприятий Украины в современных экономических условиях . . . . . 372

*Смыкодуб Т.Г., Беркунский А.Е.* Прогнозирование срока службы деталей узлов и механизмов упаковочного оборудования фирмы TETRAPAK . . . . . 376

*Бабкін Г.В.* Аналіз сіткового графіку проекту створення засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів . . . . . 377

*Левченко О.Г., Серопян І.Р.* Отримання патенту України на винахід як науковий проект . . . . . 379

*Цюцюра М.І., Цюцюра С.В., Криворучко О.В.* Управління розвитком змісту освіти на основі збалансованого ціннісного підходу . . . . . 381

*Надточій А.В.* Музеєфікація артефактів як заключна фаза управління проектами підводної археології . . . . . 383

*Блінцов В.С., Грицаєнко М.Г.* Організаційно-технічні основи гуманітарного розмінування акваторій як задача управління проектами . . . . . 385

Секція 10. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

*Кириченко О.* Концепція інформаційного забезпечення системи управління господарською діяльністю морських портів . . . . . 389

*Трунин К.С.* От систем технологий к менеджменту морехозяйственного комплекса Украины . . . . . 392

*Потишняк О. М.* Прагматичне бюджетування як метод визначення ефективної інноваційної стратегії підприємства в конкуруючій економіці. . . . . 394

*Трушлякова А.Б., Запорожец И.М.* Развитие научных и образовательных центров в судостроительной кластерной системе. . . . . 397

*Парсяк К.В.* Матеріальна мотивації діяльності співробітників вищих навчальних закладів в контексті положень Закону України «Про вищу освіту» . . . . . 399

*Гурченков О.П., Гришина Н. В., Мандра О.Є.* Індустріальний парк як база для створення кластера . . . . . 402

*Мандра О.Є., Гришина Н. В.* Аспекти нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії України . . . . . 405

*Єфімова Г. В., Пащенко О. В.* Фінансове забезпечення розвитку суднобудівних підприємств . . . . . 409

*Fedorenko G. M.* Development of building organization systems of energy management at shipyards . . . . . 412

Секція 11. ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

*Бобіна О. В.* Про необхідність зміни світоглядно-ідеологічних принципів викладання соціо-гуманітарних дисциплін у зв'язку з анексією Криму і російською агресією в Україні. . . . . 414

*Киселева Т. В., Задорожная Т. П.* Современные методы определения уровня владения английским языком. . . . . 416

*Парсяк В.Н.* Практики як інструмент формування фахових компетенцій магістрантів Факультету економіки моря Національного університету кораблебудування. . . . . 418

*Смуглякова М. К., Гресь А. А.* Роль монологічного мовлення у формуванні іншомовної комунікативної компетенції . . . . . 423

*Міняйлова А. В.* Роль гуманітарних дисциплін у системі підготовки інженерів. . . . . 425

*Бєлоусова С. М., Давиденко О. Б.* Застосування сучасних методів викладання англійської мови у вищих навчальних закладах. . . . . 426

*Фатєєва В. Г., Шарапова В. В.* Application of video materials in foreign language teaching . . . . . 428
*Трибулькевич К. Г.*Аналіз поняття студентського самоврядування . . . . . 430
*Коростильова І. В.* Досвід використання метафоричних асоціативних карт у викладанні психологічних дисциплін . . . . . 432
*Шляхтіна О. С.* Peculiarities of teaching listening skills in English course to marine engineering students . . . . . 435

Секція 12. МОРСЬКЕ ТРАНСПОРТНЕ ПРАВО

*Хачатуров Е. Б.* Адміністративно-правове супроводження суднобудівної галузі: аспекти митного забезпечення . . . . . 437
*Джулай Г. Г.* Правові аспекти поняття континентального шельфу . . . . . 440
*Дубинський О.Ю.* Законодавче регулювання арешту суден на території України . . . . . 442
*Ломжець Ю.В.* Транспортне право ЄС: перспективи України щодо входження до єдиного транспортного простору . . . . . 446
*Дмитриченко І.В.* Комплексна морська політика Європейського Союзу: концептуальні основи . . . . . 449
*Сандюк Г.О.* Співпраця України та ЄС у сфері водного транспорту . . . . . 453
*Ільїнська К.О.* Деякі питання міжнародно-правового режиму відкритого моря . . . . . 457
*Федоренко Т. Н.* К вопросу о кодификации инновационного законодательства Украины . . . . . 460
*Тригуб О.В.* Правове регулювання електронного документообігу портового бізнесу в Україні . . . . . 462
*Сторчак Н. А.* Кримінальна юрисдикція України у морських просторах, які належать до її території . . . . . 464
*Підпала І. В.* Державні і соціальні гарантії при проходженні служби на морському торговельному транспорті . . . . . 469
*Ломакіна О.А.* Правовий режим морського порту . . . . . 472

Секція 13. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Рижков С.С., Харитонов Ю.М., Шевцов А.П.* Системотехніка об'єктів морської інфраструктури: основні елементи підготовки магістрів . . . . . 477
*Харитонов Ю.М.* Об'єкти морської інфраструктури України: гідротехнічні споруди морських портів . . . . . 479
*Харитонов Ю.Н., Колосовский Д.В.* Особенности теплоснабжения объектов портовой инфраструктуры . . . . . 481
*Шевцов А.П.* Реализация системного анализа при организации инфраструктуры базирования кораблей и судов военно-морских сил . . . . . 482
*Шевцов А.П.* Совершенствование показателей объектов морской инфраструктуры методом косвенного корректирования определяющих факторов . . . . . 483

*Харитонов Ю.Н., Фоменко Г.В., Подаенко М.Ю.* Информационные ресурсы и продукты проектов повышения энергоэффективности . . . . . 485

*Харитонов Ю.Н., Голеншин В.В., Харитонов М.Ю.* Энергетическое обследование элементов портовой инфраструктуры: зерновые портовые элеваторы . . . . . 487

*Фатеев Н. В., Казарезов А. Я., Галь А. Ф.* Решение транспортной задачи — основа логистики морехозяйственного комплекса Украины . . . . . 489

*Харитонов Ю.Н., Шевцов А.П., Грешнов А.Ю.* Инновационные технологии метрологического обеспечения учебного процесса на факультете морской инфраструктуры . . . . . 490

*Харитонов Ю.М., Мозговий А.М.* Формування елементів інноваційної технології: «ІСППР – Охорона праці на об'єктах морської інфраструктури». . . . . 491

*Долганов Ю.А.* Використання двофазних систем охолодження світлодіодних освітлювальних модулів на об'єктах морської інфраструктури. . . . . 493

*Двірна О.З.* Інноваційні технології для об'єктів морської інфраструктури: обробка замкових пазів в дисках ГТД . . . . . 495

**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 RST27

Танкер-продуктовоз-химовоз ИМО2 7028/5428 тонн
Заказчик — судоходная компания «В. Ф. Танкер»
Заводы-строители — Красное Сормово, Окская судоверфь, Херсонский СЗ
(построено в 2012–2013 годах 27 судов)




Назначение — морская и смешанная (река-море) перевозка наливом сырой нефти и нефтепродуктов, в том числе бензина, без ограничения по температуре вспышки, с обеспечением перевозки груза с поддержанием температуры 60°С, а также растительных масел. Обеспечивается одновременная перевозка двух сортов груза.

















Фотографии Павла Емельянова, Сергея Сахновского, Сергея Морозова, Сергея Казанцева



Yuriy ZHUKOV,
Director
of «Zaliv Ship
Design LLC»,
Professor,
Doctor
of technical
sciences

# «Zaliv Ship Design LLC» Direction – to the world market

Nikolayev design company works for the leading world shipyards more than 10 years

***«Zaliv Ship Design LLC» — is the leading Ukrainian group of companies specialized on designing of the vessels, today it is widely known in the world shipbuilding. Rich experience, professional specialists and partnership with European companies enable «Zaliv Ship Design LLC» to execute development of concept and class designs, engineering and detail designs including workshop documentation and job preparation packages for quite a number of shipyards implementing some innovative solutions.***

This design agency was founded in 2003 as the Ukrainian ship design and engineering (SDEU) entity of the Dutch shipbuilding Damen Group.

It was specially created from «the scratch» in order to implement the new designing technologies without using the ordinary Ukrainian schemes of work. The basis of scientific potential of the design office and its main source of personnel was National University of Shipbuilding named after admiral c Makarov.

Up to 2006 the company was successfully working on the series of projects of low-tonnage special ships for Damen Group.

From 2006 to 2011 the design company cooperated actively with Norwegian Aker Yards Group. The works were proceeding over designing and development of documentation for larger and complex vessels being built AYG facilities. Due to this, the company specialists managed to master the new standards and technologies in ship design and engineering.

In 2010 the sister company Nikolaevsudoproect LLC was founded that was oriented on Russian and Far East regions Customers.

Its present name — «Zaliv Ship Design» — was received by the company in 2011. After this ZSD gained the new "know-how" that provide entering the new market niche for designing of large tankers, offshore and research vessels.

Specialization: transport ships, cruise ships and ferries, offshore and specialized vessels

The leading shipping companies and shipyard of France, the Netherlands, Denmark, Norway, Canada, Singapore, Malaysia, Japan and other countries are the customers of «Zaliv Ship Design LLC»

The number of the most perspective partners of the design company includes the Norwegian company «Nor Yards AS» specialized on vessels for offshore market.

Today «Zaliv Ship Design LLC» offers its customers the development of concept and basic design and workshop documentation set (hull, ship systems and hull outfitting) as well as ship modifications and modernization design, field engineering and projects' coordination.

The customers of ZSD have the possibility to order the development of integrated 3D model of the future vessel and also get on-line access to project recourses that considerable decreases the terms and labor cost of construction. In order to correspond to the named set of tasks completely, the huge preparation work was carried out in the company. The leading specialists in basic design studied and have been certified in DNV training centre. Classification society Bureau Veritas has certified the quality management system of «Zaliv Ship Design» according to the international standard ISO 9001-2008. External audit made by Aker Yards Solution (France) has also given the positive evaluation of quality management system of the company.

The final results appeared to be impressive. In spite of continuous crises of the world economy, «Zaliv Ship Design» every year increase its potential in the rating as one of the most preferable outsourcer in the field of ship engineering for leading shipbuilding corporations.

This became possible due to the strict devotion to four main competitive features of «Zaliv Ship Design»:

1) Insurance of the acceptable quality of the developed projects;

2) Comparable efficiency and time frames (in terms of development — according to the terms accepted in the world market);

3) High flexibility in work (design company uses different CAD systems according to the customer's choice to execute three-dimensional model of the vessel and to prepare the technical documentation: Tribon M2/M3, Aveva Marine, ShipConstructor, NUPAS/ Cadmatic, Microstation, Inventor/AutoCAD, Rhino 3D, etc.);

4) Competitive price that is not changeable during the work and is independent on crises.

Portfolio of orders of «Zaliv Ship Design» enables to make plans for the future with confidence and to increase annually the number of design engineers of the company. All this gives the grounds to state that the potential of Ukrainian ship designers will be demanded in the world market even further.

In 2012 69 specialists worked in design company, in 2013 — 75 pers., in 2014 – 84 pers. There are the perspectives of increasing for 2015

ZALIV SHIP DESIGN

Базовый проект
Корпус инжиниринг
Судовые системы инжиниринг
Корпусное насыщение
Кабельные трассы

Basic design
Hull engineering
System's engineering
Hull outfitting
Engineering of cable ways

Zaliv Ship Design (ZSD) — одна из ведущих украинских компаний по проектированию судов, сумевшая объединить опыт, профессионализм, новаторский подход и передовые технологии новейшей корабельной инженерии (НКИ). За период существования компания успешно выполнила более 40 различных проектов и приобрела репутацию надежного партнера среди лучших европейских проектных и судостроительных предприятий.

Нашими основными партнерами являются компании крупнейших судостроительных групп, таких, как Damen Group, STX Europe, NorYards, а также верфи в Германии, Франции, Голландии, Украине, Румынии, Канаде, России, Чехии, Сингапуре, Китае, Малайзии и Норвегии.

Располагая опытными специалистами–выходцами из ведущих конструкторских бюро города Николаева, компания ZSD предлагает на рынке широкий спектр проектных решений коммерческих судов, отличающихся эффективностью и высокими технико–экономическими показателями, применением экологически чистых технологий и оптимизацией под задачи Заказчика.

ZSD специализируется по трем основным направлениям: *транспортные суда, круизные суда и паромы, офшорные и специальные суда.*

Основные принципы нашей работы на рынке — это удовлетворение потребностей заказчика, развитие, инноваций и командная работа. Это обеспечивает устойчивое положение компании в условиях изменяющегося рынка

## УСЛУГИ

Zaliv Ship Design предоставляет следующие виды работ:

- Базовое проектирование;
- Расчет прочности МКЭ;
- Рабочее проектирование:
  - Корпус
  - Судовые системы
  - Корпусное насыщение;
- Изменение и модернизация рабочих проектов;
- Техническое сопровождение постройки;
- Координация проектов.



## ИНЖИНИРИНГ

Zaliv Ship Design предоставляет полный комплекс работ по инжинирингу, включая корпус и корпусное насыщение, системы и трубопроводы, вентиляцию и кабельные трассы. Работа в единой 3D модели позволяет существенно сократить время инжиниринга и исключить многочисленные коллизии на этапе сборки секций в цехах и на стапеле.

В производственные процессы компании заложены подходы и принципы ведущих западных инжиниринговых бюро и верфей. Это нашло отражение в высоком качестве документации, эффективности и гибкости в подходе к особенностям Заказчиков.

С 2014 года ZSD входит в партнерскую группу NorYards в составе двух судостроительных верфей в Норвегии (NorYards Fosen, NorYards BMV) и судостроительного завода NorYards Zaliv (г. Керчь), а также судостроительного бюро NorYards Design & Engineering.



No.1, Spasska Street, Mykolaiv, 54030, Ukraine
Украина, 54030, Николаев, ул. Спасская, 1
www.zalivdesign.com
e–mail: office@zalivdesign.com tel: +38 (0512) 76–54–00 fax: +38 (0512) 76–50–03

# ВІСНИК
## НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ




Згідно з бюлетенем ВАК України №12 від 2009 року (с. 5); №5 від 2010 року (с. 15); №6 від 2010 року (с. 13) електронне видання «Вісник НУК» внесене до переліку електронних наукових фахових видань.

Видання виходить до 6 разів на рік в електронному вигляді та 1 раз на рік — у друкованому.

Матеріали, опубліковані у «Віснику НУК», зараховуються як фахові у галузях технічних та економічних наук.

Видання містить статті з результатами досліджень за групами спеціальностей: кораблебудування; обробка матеріалів у машинобудуванні; галузеве машинобудування; електротехніка; інформатика; обчислювальна техніка та автоматизація; техногенна безпека; енергетика; машинобудування; економіка та управління підприємствами

**http://ev.nuos.edu.ua**

### Для подання статті необхідні:

- експертний висновок про можливість опублікування;
- протокол засідання експертної комісії;
- витяг із протоколу засідання кафедри;
- рецензія на статтю;
- відомості про авторів (анкета автора);
- 2 примірники роздрукованої статті на папері формату А4;
- електронний варіант статті.

### Статті приймаються за адресою:

54025, м. Миколаїв, просп. Героїв Сталінграда, 9, каб. 551
**тел.:** (0512) 43–13–71
**e-mail:** ev@nuos.edu.ua

**Контактна особа:**
Крива Маргарита Сергіївна

**Мова збірника:** українська, російська, англійська

# НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ

## НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ







# http://conference.nuos.edu.ua

### Для участі у конференції необхідно:

- На сайті конференцій НУК обрати конференцію за вашим напрямком
- На сторінці обраної конференції заповнити анкету учасника у розділі «Реєстрація»
- Пройти процедуру верифікації (для співробітників та студентів НУК даний етап пропускається)
- Завантажити тези доповідей у систему
- Оплатити участь (за допомогою платіжної системи НУК або платіжним дорученням)

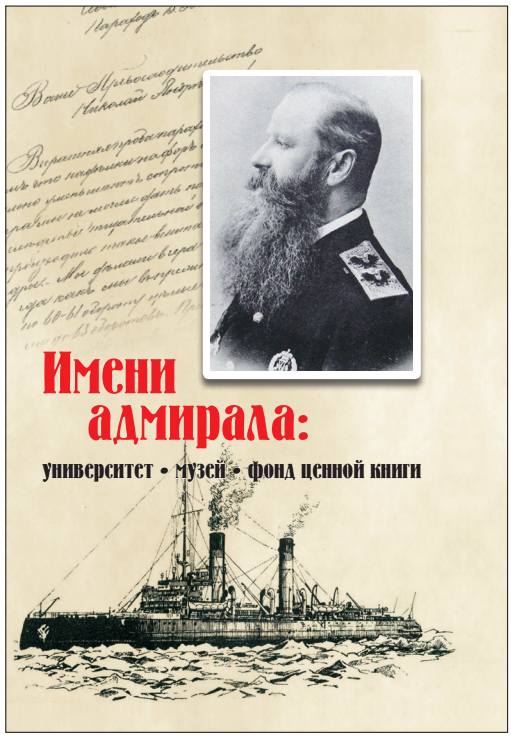
### На сторінці обраної конференції ви знайдете:

- Інформацію щодо організаторів
- Дату та місце проведення конференції
- Регламент та робочі мови конференції
- Напрямки роботи конференції
- Вимоги до оформлення тез доповідей
- Вартість участі у конференції
- Інформаційний лист конференції
- Сторінку конференції на **facebook**
- Архів конференцій НУК за попередні роки

### Контактна інформація:

54025, м. Миколаїв, просп. Героїв Сталінграда, 9, кім. 456
+(380512)70-91-04; 70-91-00; fax: +(38512)43-07-95; e-mail: conference@nuos.edu.ua

# ПРЕКРАСНЫЙ ПОДАРОК ДЛЯ ВСЕХ ИНТЕРЕСУЮЩИХСЯ ИСТОРИЕЙ НКИ–УГМТУ–НУК




- Полноцветное издание
- 126 страниц
- Твердый переплет
- Цветная глянцевая обложка

## По вопросам приобретения книги обращаться:

**Мацкевич Владислав Витольдович**

каб. 457, просп. Героев Сталинграда, 9, г. Николаев, 54025

(0512)43-07-95

(097) 293-90-47

**Торубара Василий Викторович**

(0512)37-81-28

(067)800-70-70

eltalisman@pochta.ru

Авторским коллективом университета, под общей редакцией ректора НУК и Президента Академии судостроительных наук Украины С. С. Рыжкова написана новая книга «Имени адмирала: университет, музей, фонд ценной книги». В издании рассказывается об истории Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, истории создания музея адмирала С. О. Макарова и фонда ценных и редких книг при библиотеке университета. Приводится полный список коллекции раритетных, ценных и редких изданий по судостроению и мореплаванию данного фонда. Книга содержит три раздела: история университета (авторы — проф. Б. А. Бугаенко и А. Ф. Галь); адмирал С. О. Макаров и его музей при НУК (авторы — капитан 2 ранга в отставке В. В. Мацкевич и зав. музеем Е. И. Фещенко); фонд старинной флотской книги (авторы — коллектив библиотеки университета и В. В. Мацкевич, долгие годы формировавший этот фонд).

ЭТУ КНИГУ ВЫ МОЖЕТЕ КУПИТЬ ЗДЕСЬ:

kniga.mk.ua

Николаевские книги

интернет-магазин

Большой выбор книг авторов и издательств г. Николаева

kniga.mk.ua

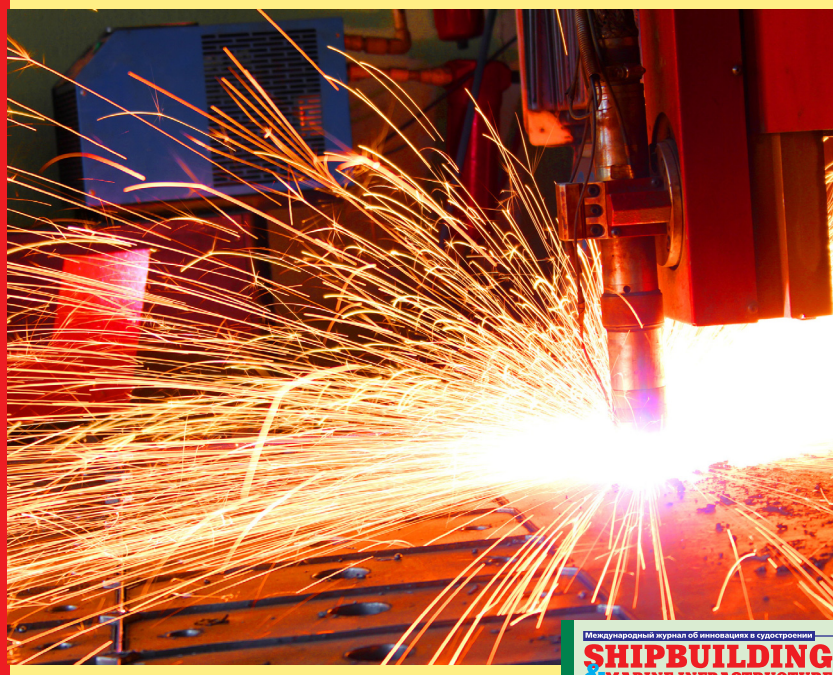
Международный журнал об инновациях в судостроении

# SHIPBUILDING & MARINE INFRASTRUCTURE

СУДОСТРОЕНИЕ И МОРСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

2015 №1(3)

ISSN 2409-3858
smi.nuos.edu.ua



ТЕМА НОМЕРА

## СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В СУДОСТРОЕНИИ

ЧИТАЙТЕ ТАКЖЕ:

- Історія створення та загальна характеристика морського танкера комплексного постачання проекту 15990
- Аналитический обзор рынка танкеров смешанного плавания Российской Федерации
- Обоснование выбора архитектурно-конструктивного типа научно-исследовательского судна
- Аналитические исследования физических полей гидроакустических станций с линейными протяженными буксируемыми антеннами вблизи морского дна
- Диверсификация рынков сбыта украинского газотурбостроения




**В каждом номере:** обзор отраслевых новостей; статьи по истории судостроения и флота; новые тенденции в судостроении, научно-технические исследования и разработки, а также многое другое.

**По вопросам размещения материалов обращаться:**
каб. 551, просп. Героев Сталинграда, 9, г. Николаев, 54025
тел.: (+380512) 42-32-71 e-mail: ev@nuos.edu.ua
Контактное лицо: Кривая Маргарита Сергеевна

ДЕКАБРЬ 2015 – НОВЫЙ ВЫПУСК!

Наукове видання

**ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ**

VI Міжнародна науково-технічна конференція
24–27 вересня 2015 р.

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

(*українською, російською та англійською мовами*)

Відповідальний за випуск *Блінцов В. С.*
Комп'ютерне верстання *Торубара В. В.*
Дизайн обкладинки *Торубара В. В.*
Макетування *Літвінова А. Д.*

Формат 70×100/16. Ум. друк. арк. 41,9. Тираж 150 прим. Зам. № XXX.

Видавець і виготовлювач Національний університет кораблебудування,
просп. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail: publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.