МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ
ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

VIII міжнародної науково-технічної конференції

11-13 жовтня 2017 року

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

Миколаїв, НУК, 2017

УДК 001.895:629.5
И66

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ
З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДП "ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ"
КОМПАНІЯ «АМИКО ГРУПП»
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ, М. ЦЗЯНСУ, (КИТАЙ)
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАВІГАЦІЇ (ГРУЗІЯ)
HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY (КИТАЙ)
YANCHENG VOCATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRY TCHNOLOGY (КИТАЙ)

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

Відповідальний за випуск:
Блінцов Володимир Степанович

И66 **Інновації** в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : НУК, 2017. — 544 с.

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

УДК 001.895:629.5

ISBN:978-966-321-335-4

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2017

В рамках украинско-китайского сотрудничества представляем нашего партнера – Институт промышленных технологий (Янчень, Китай)

盐城工业职业技术学院

1 关于盐城

盐城是一座具有两千余年历史的文化古城，一座沿海湿地城市，是淮剧的发源地，也是珍稀动物丹顶鹤和麋鹿的故乡。

2 关于盐城工业职业技术学院

盐城工业职业技术学院，坐落于这座东方湿地之都，她有着53年的办学历史，是江苏省示范性综合型高等职业学院，学校建筑面积20多万平方米，资产总值5亿多人民币，实验、实践仪器设备总值1亿多元。在校学生人数8000多人，拥有一支业务能力强、教学水平高、技术技能精的师资队伍，其中40%的教师具备中英文双语教学的能力。

校训：职业立身　技术报国
校风：和谐　求实　创新
教风：厚德　博学　精艺
学风：明理　勤学　践行

Yancheng Vocational Institute Of Industry Technology

1 About Yancheng

Yancheng is a cultural city with a history of two thousands years, and it is the cradle of Huai Opera, the hometown of rare animal elk and red-crowned crane.

2 About Yancheng Vocational Institute of Industry Technology

Yancheng Vocational Institute of Industry Technology is located in the eastern wetland city with 53 years of history, now it is a model higher vocational college in Jiangsu province, the construction area is more than 200 thousands square meters, total asset is about 500 million Yuan, the experimental instruments and equipment worth 100 million Yuan. The number of students in school is 8000; the faculty members have strong business ability, high teaching level, 40% teachers have the ability of bilingual teaching both Chinese and English.

School Motto:	**Living on Occupation, Serving by Specialty**
School Spirit:	**Harmony, Truth and Innovation**
Teaching Style:	**Moral, Knowledgeable and Professional**
Learning Style:	**Sensible, Diligent and Practical**

3 开展的国际合作与交流

学校先后与乌克兰马克洛夫国立造船大学、韩国全州VISION大学，加拿大北大西洋学院、莱姆顿学院，等多所国外高校开展国际合作，面向“一带一路”沿线国家招收留学生。

3 Established International Cooperation

Our college has successively established cooperation with Ukraine Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Vision University of South Korea, and College of the North Atlantic and Lambton College of Canada.

4 二级学院介绍

现有汽车工程、机电工程、建筑工程、纺织服装、化学制药、艺术设计、经贸管理7个二级学院，开设专业42个。

4 The Secondary College

Now it has 42 majors and 7 Colleges: Automobile Engineering, Mechanical and Electrical Engineering, Construction Engineering, Textile and Clothing, Chemical Pharmaceutical, Art Design, Economic and Trade Management.

（1）汽车工程学院

汽车工程学院设有汽车与机械两大专业群，共设有6个专业，其中国家重点专业（汽车技术服务与营销）1个，江苏省示范专业1个。专任教师博士、硕士占65%，具备工程师资质的教师占85%，学生参加全国职业院校技能大赛，获一等奖2项、二等奖5项、三等奖10多项。

（2）机电工程学院

机电工程学院设有机电技术与自动控制两个专业群，共设6个专业，其中江苏省重点专业1个。专任教师博士、硕士占75%，具备工程师资质教师占81%，学生参加全国职业院技能大赛，获一二等奖10多项。

(1) COLLEGE OF AUTOMOBILE ENGINEERING

It has automobile and machinery two major groups, six majors in all, including one national key major and one model major of Jiangsu province. Full-time teachers who have doctor & master's degree account for 65%, and the teachers with engineering qualification account for 85%, the students won the first prize twice, second prize five times, third prize over 10 times in the national vocational skills contest.

(2) COLLEGE OF MECHANICAL AND ELECTRICAL ENGINEERING

This School has Mechanical and electrical technology and automatic control two major groups, six majors in all, including one key major of Jiangsu province. Full-time teachers with doctor & master's degree account for 75%, the teachers with engineering qualification account for 81%, students won the first and second prizes over 10 times in the national vocational school skills contest.

（3）建筑工程学院

建筑工程学院设有建筑工程技术与工程管理两个专业群，共设5个专业。专任教师博士、硕士占92%，具备工程师资质教师占75%，建筑材料与岩土专家2人，学生在全国职业院校技能大赛中获得各类奖项10多项。

（4）纺织服装学院

纺织服装学院设有现代纺织技术与服装工艺两个专业群，共设6个专业，其中国家重点专业（纺织品检验与贸易）1个，江苏省示范专业（现代纺织技术）1个，江苏省特色专业（现代纺织技术、服装设计）2个。专任教师博士、硕士占72%，具备工程师与设计师资质教师占91%，学生参加全国职业院校技能大赛，获一等奖10多项、二三等奖20余项。

(3) COLLEGE OF CONSTRUCTION ENGINEERING

This College has Architectural Engineering Technology and engineering management two major groups, 5 majors in all. Full-time teachers with doctor & master's degree account for 92%, the teachers with engineering qualification account for 75%, and two experts in building materials and geotechnic, students won the first and second prizes more than 10 times in the national vocational school skills contest.

(4) COLLEGE OF TEXTILE AND CLOTHING

This College has modern textile technology and clothing two major groups, total six majors, including one national key major, one model major and two specialty majors of Jiangsu province. Full-time teachers with doctor & master's degree account for 72%, and the teachers with engineering and designing qualification account for 91%, the students won the first prize more than ten times, second and third prize more than 20 times.

（5）化学制药学院

化学制药学院设有应用化工与化学制药两个专业群，共设有6个专业，其中江苏省重点专业1个，江苏省特色专业1个。专任教师博士、硕士占77%，具备工程师资质教师占80%，学生参加全国职业院校技能大赛，获一等奖3项、二三等奖10多项。

（6）艺术设计学院

艺术设计学院设有艺术与景观设计两个专业群，共设7个专业，其中江苏省重点专业（创意设计）1个，江苏省特色专业1个。专任教师博士、硕士占62%，具备工程师与设计师资质教师占85%，学生参加全国职业院校技能大赛，获得一二等奖30余项。

（7）经贸管理学院

经贸管理学院设有财经与管理两个专业群，共设6个专业，其中江苏省特色专业1个。专任教师博士、硕士占72%，具备会计师与经济师资质教师占85%，学生参加全国职业院校技能大赛，获得一等奖3项、二三等奖20余项。

(5) COLLEGE OF CHEMICAL PHARMACEUTICAL

This College has application of chemical and pharmaceutical chemicals two major groups, total six majors, including one national key major and one specialty major of Jiangsu province. Full-time teachers with doctor & master's degree account for 77%, and the teachers with engineering qualification account for 80%, the students won the first prize three times, second and third prize more than 20 times.

(6) COLLEGE OF ART DESIGN

It has art and landscape design two major groups, total seven majors, including one national key major and one specialty major of Jiangsu province. Full-time teachers with doctor & master's degree account for 62%, and the teachers with engineering & designing qualification account for 85%, the students won the first or second prize more than 30 times.

(7) COLLEGE OF ECONOMIC AND TRADE MANAGEMENT

It has finance and management two major groups, total six majors, including one specialty major of Jiangsu province. Full-time teachers with doctor & master's degree account for 72%, and the teachers with accountant & economist qualification account for 85%, the students won the first prize 3 times and the second or third prize more than 20 times in national vocational skills contest.

5 盐城工业职业技术学院办学特色

创新办学体制，率先成立学校理事会，构建了政行校企四方合作办学体制机制。

创新育人模式，探索形成了具有自身特色的“双链对接、双教融合、双证融通、双元互动”的“四双”育人模式。

创新育人机制，树立“以生为本、生生皆可成才”的育人理念，探索“技能菜单”育人机制，通过校企共同设计技能菜单，实现学生为自己的职业发展点单，企业为学校的人才培养买单。

创新育人文化，坚持将学校文化与企业文化、行业文化、地域文化有机融合，培育形成了“求实”文化。

创新服务载体，全力构建科技研发、员工培训、创业训练、资源共享四大服务平台。

创新育人特质，致力于培养“为人诚实、理想务实、技能扎实、工作踏实、创新笃实”的“五实”人才。

5 Characteristics of Yancheng Vocational Institute of Industry Technology

Innovating the college running system, taking the lead in setting up the school board, and constructing the system of government, industry, school and enterprise 4-side co-operation.

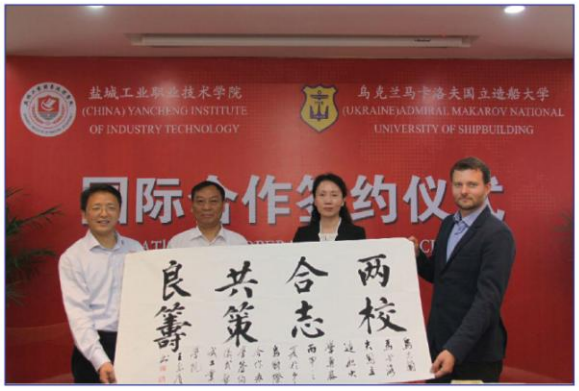
Innovating the education mode, explored and formed a Four Double education mode, which is double chain docking, double teaching integration, double certificate integration and double culture interaction.

Innovate the education system, establish a "student oriented, students can be taught" educational philosophy, explore the "skill menu" education system, through the common designed skills menu, realize students' ORDER for their occupation development, and enterprises PAY for their professional training.

Innovative education culture, adhere to the college culture and enterprise culture, industry culture, regional culture organic integration and cultivation, forming a "realistic" culture.

Innovative service carrier, and strive to build four service platforms, including scientific and technological research and development, staff training, entrepreneurship training and resource sharing.

Innovative education characteristics, committed to training talents with "five real" characteristics, which are honest behaves, pragmatic ideal, solid skills, steady work, excellent innovation.



6 盐城工业职业技术学院发展愿景

建成一批国内领先、省内一流的高水平专业。专业建设实现突破性进展，专业整体水平实现质的跃升，学校的综合实力显著提升。

打造一支高水平优秀双师型师资队伍。形成高层次人才梯队，拥有一批优秀“双师型”教师与“教练型”教学名师，拥有一批优秀科研团队，使学校成为支撑区域发展的人才高地。

6 Development prospects of Yancheng Vocational Institute of Industry Technology

We aim to build a number of domestically leading, first-class high-level majors in the province. Professional construction has achieved breakthrough progress. We've made a significant achievement on overall level of professional quality, and the comprehensive strength of the school has improved significantly.

Build a high level excellent double-qualified teachers team. The formation of high-level talent echelon, with a group of excellent "double teacher" teacher and "coach type" teaching masters, has a group of outstanding research team, so that the school has become a support for regional development talent base.

构建省内一流的技术技能人才培养体系。人才培养质量关键指标位于省内前列，培养出一批杰出校友，使学校成为区域人力资源建设的重要基地。

形成贡献显著的科技创新与服务能力。开展产学研前瞻性研究，形成一批重大影响的标志性成果，在区域重点建设行业和关键发展领域中确立不可替代的地位。

探索具备自我特色的现代大学制度。建立学术权力和行政权力相互协调、相互支撑的学校内部治理结构。形成多方参与、与社会有机互动的办学体制。形成高效有序、公开透明、规范自律的办学机制。

盐城是一个让人打开心扉的地方，欢迎到盐城工业职业技术学院做客！

Construct the first-class technical talents training system in the province. The key indicators of talent training quality are in the forefront of the province, and a group of outstanding alumni have been trained to make the school an important base for the construction of regional human resources.

Form the scientific and technological innovation and service ability with significant contribution. Carry out the forward-looking research of production, learing and research, to form a number of significant results of symbolic impact, and to establish an irreplaceable position in the regional key construction industry and key development areas.

Explore the modern university system with our own characteristics. Establish the internal governance structure of academic power and administrative power in coordination with each other. Form a school system with multi participation and interaction with society. To form an efficient, orderly, open, transparent, standardized and self-disciplined school system.

Yancheng is a place to open your heart. Welcome to visit Yancheng Vocational Institute of Industry Technology!

EDUCATION IN CHINA

with programme

STUDENT EXCHANGE AND ACADEMIC MOBILITY

Yancheng Vocational Institute of Industry Technology

Ukraine International Students study in the three-year program:

- **Hotel Management**
- **Mechanical and Electrical Industry**
- **Architectural Technology, Business Management**
- **Art of Design and Textile Garments**

Консультация: Главный корпус НУК (пр. Героев Украины, 9, каб. 212)
специалист 1-й категории УНЦМС НУК Мариняк Екатерина Викторовна
моб.: (093) 414-83-16, e-mail: kateryna.maryniak@gmail.com
часы консультаций: 10:00 – 12:00

Ведущие университеты и институты Украины приняли участие в международном форуме сотрудничества в области инноваций и технологий

5–6 июля 2017 в Нанкин (Цзянсу, КНР) прошел международный форум сотрудничества в области инноваций и технологий.

В форуме приняли участие ведущие университеты и институты Украины:

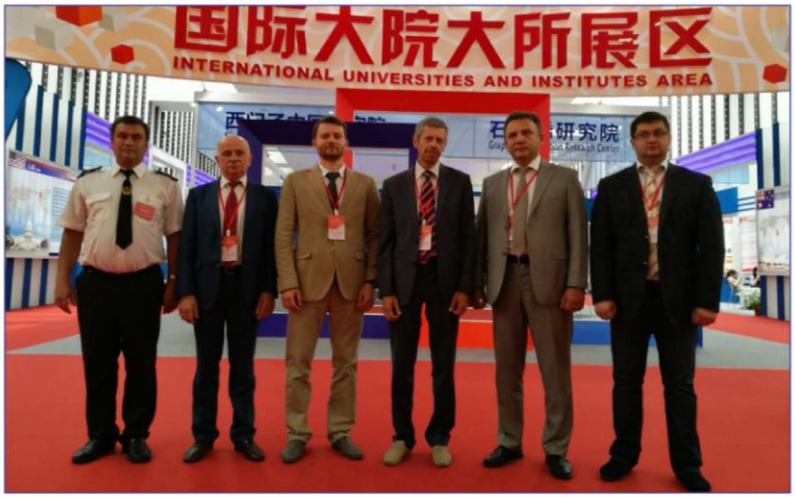
- Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (НУК)
- Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка
- Херсонский государственный морской институт
- Институт электросварки им. Е.О. Патона Национальной Академии наук Украины
- Институт инженерной теплофизики Национальной Академии наук Украины

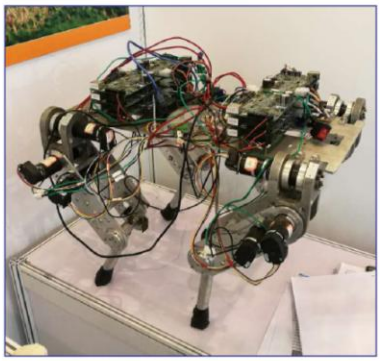
Представителями от НУК были Глава китайско-украинского транснационального центра передачи технологии судоходства и морской техники (Цзянсу) к.т.н. Рыжков С.С., д.т.н. Павлов Г.В., д.т.н. Сербин С.И., д.т.н. Некрасов В.А.

В рамках форума прошел симпозиум по вопросам сотрудничества университетов и институтов Украины и Китая.

В симпозиуме приняли участие ведущие специалисты из более чем двадцати стран. Были представлены доклады по результатам совместных программ с китайскими университетами и определены планы дальнейшего сотрудничества.

Делегация из пяти университетов и институтов Национальной Академии наук Украины обсудила перспективы развития международных отношений с азиатскими коллегами, возможности еще большей интеграции в китайский научный рынок.



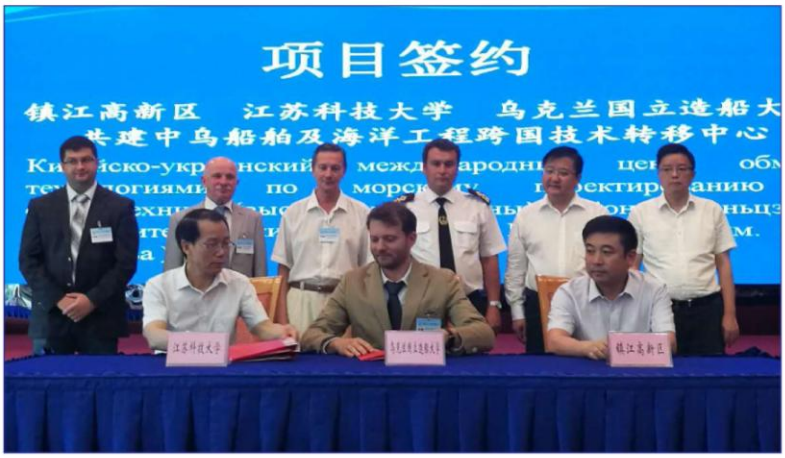


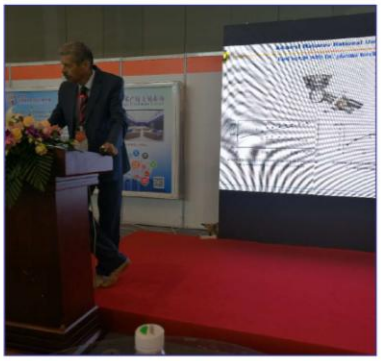
Украинская делегация приняла участие в работе секций форума и выставке научных достижений и разработок. Азиатским коллегам были презентованы украинские научные разработки и определены дальнейшие шаги по научно-исследовательским работам совместно с представителями промышленности КНР.

На симпозиуме также обсуждался вопрос улучшения договорно-правовой базы сотрудничества в области образования, обмена информацией об украинской и китайской политике в области образования, содействия изучению китайского языка в Украине и украинского в Китае, а также расширение прямого сотрудничества университетов.

Была принята стратегия сотрудничества в области образования между Украиной и Китаем и утвержден «План приоритетных мер по развитию украинско-китайского сотрудничества в области образования на период 2017–2019 гг.»

Украинская делегация приняла участие в работе секций форума и выставке научных достижений и разработок. Азиатским коллегам были презентованы украинские научные разработки и определены дальнейшие шаги по научно-исследовательским работам совместно с представителями промышленности КНР.





7 июля 2017 делегация НУК во главе приняла участие в Китайско-Украинской конференции внедрения технологий судовой и морской инженерии. Были сделаны доклады по результатам сотрудничества НУК и JUST.

В конференции принимали участие представители более 50 компаний КНР. Было отмечено, что привлечение ведущих специалистов из университетов Украины к азиатским инновационным проектам позволяет достичь эффекта синергии в совместном развитии.

Руководством города Цзянсу, (Китай) были отмечены успехи в реализации украино-китайской программы сотрудничества. Был сформирован план дальнейшего развития китайско-украинского транснационального центра. Результатом встреч стало подписание новых договоров сотрудничества.

Достижения делегатов форума были представлены на выставке достижений.

Одесса
ул. Тенистая, 15
г. Одесса, Украина, 65009
тел.: +380 (482) 34-79-28
факс: +380 (482) 35-60-05
e-mail: office@meb.com.ua
www.meb.com.ua

МОРСКОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ БЮРО

Санкт-Петербург
ул. Мира, 15/1, офис 76Н
г. Санкт-Петербург, Россия, 197101
тел.: +7 (812) 233-64-03 / 232-85-38
факс: +7 (812) 309-59-39
e-mail: meb@peterlink.ru

ПРОЕКТ RSD49

Сухогрузное судно дедвейтом 7143 тонн класса «Волго-Дон макс»

Заказчики — ОАО «Северо-Западное пароходство», судоходная компания «Аншип»

Заводы-строители — Невский Судостроительно-Судоремонтный завод, Астраханский судостроительный завод «Лотос» (построено в 2012–2014 годах 8 судов, всего в постройке 12 судов)

www.meb.com.ua

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

УДК 629.5

НАУКОВА ТА ОСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ УНІВЕРСИТЕТУ У 2017 РОЦІ

С.С. Рижков, д-р техн. наук, професор, ректор,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

Суднобудування акумулює у собі досягнення багатьох галузей виробництва і, водночас, стимулює їх розвиток та досягнення ними високого науково-технічного рівня. У цьому напрямку дуже важлива місія покладена на Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова (НУК). Морська діяльність у найближчий термін може і повинна стати основою економіки України, підвищити вплив на розвиток багатьох галузей промисловості і видів виробництв, від суднобудування та судноремонту, морських перевезень вантажів і пасажирів до портового господарства, туристичних перевезень, розвідки та видобування корисних копалин, науково-дослідної та навчальної діяльності.

У нашій державі, а у Миколаївській області особливо, є всі умови для розвитку морської галузі та суднобудування, металургійної та металообробної промисловості. Це і морські порти з високим транспортним потенціалом, це суднобудівна галузь, яка може забезпечити поповнення торгівельного і воєнного флоту держави, а головне – науковий та навчально-кадровий потенціал України, осередком якого є НУК.

НУК – це насамперед масштабна наукова платформа, де постійно апробуються нові ідеї. Багато з них затребувані вже сьогодні. У цьому році науковцями НУК виконуються 16 держбюджетних НДР, 25 НДДКР на вимогу Замовників, та 53 роботи за договорами творчої співпраці.

За результатами виконуваних НДДКР на протязі 2017 року розроблено:

- технологічні процеси з'єднання, зміцнення, виплавлення зміцнюючих композицій, рекомендації щодо застосування вказаних технологічних процесів;
- дослідний зразок системи керування діючим макетом морського без'екіпажного комплексу у складі малорозмірних підводного, надводного і літального апаратів;
- проекти нормативних документів рівня ВНЗ щодо здійснення міжнародного співробітництва у галузі освіти;
- експериментальний стенд для дослідження елементів комбінованої системи енергопостачання на базі водневих гідридних технологій;
- системи керування об'єктами суднової електроенергетичної установки та імітаційні моделі їх функціонування;
- експериментальний зразок установки безперервного піролізу автомобільних шин зі статичним навантаженням;
- технічна пропозиція на проектування кораблів берегової охорони для захисту морських кордонів України;
- дослідні зразки модулю термоакустичного перетворювача теплових викидів енергетичних установок транспорту та промисловості.

Науковці НУК виконують НДР, пов'язані з водопостачанням та водовідведенням, проведенням енергетичного аудиту багатоповерхових будівель департаменту ЖКГ.

За контрактом з ТОВ Rodrigo Quilaquy виконується розробка піролізної технології та створюється обладнання для переробки вугілля у рідке паливо.

На замовлення «Millenio Business Limited» науковцями НДІ аерогідродинаміки, міцності і проектування суден визначено параметрів діючих сил та характеристики остійності буксира пр. Т619 та для ТОВ «Універсальний експорт» розроблено та створено комплекс навчальних установок для вивчення параметрів плавучості, остійності, непотоплюваності суден на тихій воді.

Молоді науковці Митрофанов О.С. та Радченко А.М. за результатами конкурсу, який фінансувався за рахунок держбюджету, виконують дві НДР та отримали схвальні оцінки на засіданні НТР НУК, яке відбулося за присутністю представника МОНУ.

Великий обсяг робіт виконується на замовлення підприємств та ВНЗ КНР, це не тільки наукові розробки, а і видання монографій англійською мовою:

- «Теплотехнические измерения и приборы в судовых энергетических установках»;
- «Технология напыления»;
- «Materials science of Heat resistant titanium based alloys»;
- «Альтернативные топлива в судовых энергетических установках».

Під час робочого візиту з 2 по 12 вересня ц.р. делегація НУК відвідала низку підприємств Китаю та умпішно провела переговори стосовно виконання спільних науково-дослідних робіт у галузі впровадження RND-технологій. Окремою темою обговорення було питання стажування студентів з України, які навчаються за спільними українсбко-китайськими програмами. Провідні заводи КНР можуть надати понад 60 грантів на проходження преддипломної практики для українських студентів. Кожен український студент зі знанням англійської мови, який навчається за програмою подвійного диплому в університетах Китаю, може пройти 2-6 місячну практику на профільних заводах ЕНР, а дипломний проект підготувати за результатами практики на підприємстві.

У переговорах «ZHEJIANG SHENG HUO KANG LI MACHINERY LTD» спільно з представниками італійської компанії була досягнута домовленість про виділення грантів кращим студентам на проходження практики по спільним проектам наукового співробітництва. І такі пропозиції не поодинокі.

Спільна праця у галузі наукових досліджень ще раз підтверджує високий рівень знань та наукової бази НУК, який дозволяє виконувати розробки на світовому рівні – це зазначили китайські замовники.

У НУК значна увага приділяється науковій роботі студентів. При цьому основними осередками наукової роботи студентів є науково-дослідні інститути та центри, а також студентське конструкторське бюро «Корабел».

У Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, що проводився МОН України на базі НУК, прийняли участь 78 осіб. Конкурсна комісія розглянула 75 студентських наукових робіт, що надійшли з 11 вищих навчальних закладів. На підсумковій науково-практичній конференції з доповідями виступили 68 студентів з 11 вищих навчальних закладів.

На підставі аналізу конкурсних робіт та виступів учасників науково-практичної конференції галузева конкурсна комісія визнала переможцями Конкурсу та нагородила студентів НУК: дипломами І ступеня – 4 роботи; ІІ ступеня – 1 роботу; ІІІ ступеня – 3 роботи.

Основні нагороди, отримані університетом за розвиток наукових досліджень:

- За вагомі здобутки в освітній і науковій діяльності НУК отримав диплом Лауреата Гран-прі у номінації «Університет - ГОРДІСТЬ України в національній освіті морського напряму»; та переможець Гран-прі у номінації "Університет - ГОРДІСТЬ України в національній освіті".
- Почесне звання «Лідер наукової та науково-технічної діяльності» та Гран-Прі у номінації «Ефективність науково-дослідної діяльності вищого навчального закладу»
- Сертифікат Міжнародного форуму «Innovation Market» і Міжнародного Східноєвропейського форуму «Інноваційна економіка та наука»
- Диплом та Гран-Прі у номінації «Видання підручників та навчальних посібників нового покоління».

Крім того, провідними науковцями університету підготовлено до друку низку навчальних посібників та монографій за тематикою суднобудування, суднового енергетичного машинобудування та воєнного кораблебудування.

Однією з головних подій цього року була участь делегації НУК у Другому засіданні українсько-китайської Підкомісії з питань співробітництва у галузі освіти Комісії зі співробітництва між Україною та КНР (співголови – Міністр освіти і науки України Л. М. Гриневич і Міністр освіти КНР Чень Баошен) та Форумі ректорів українських і китайських університетів.

На цих заходах НУК ім. адмірала Макарова було відзначено Першим місцем в «Top5 Ukrainian Higher Education Institutions chosen by Chinese students».

Експертним висновком «INTERNATIONAL RATING OF PRODUCTS AND SERVICES» від 31 травня 2017 року, згідно з критеріями Національного рейтингу якості товарів і послуг, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова було удостоєно почесним званням «КРАЩЕ ПІДПРИЄМСТВО УКРАЇНИ РОКУ» та нагороджено «ЗІРКОЮ ЯКОСТІ».

За базою даних Scopus Національний університет кораблебудування увійшов до списку кращих університетів держави та посів 50 сходинку загального рейтингу України.

Влітку 2017 року інформаційним освітнім ресурсом "Освіта.ua" було складено консолідований рейтинг вищих навчальних закладів України 2017 року. У якості вихідних даних для складання консолідованого рейтингу були використані найбільш авторитетні серед експертів і засобів масової інформації національні й міжнародні рейтинги вузів України: "Топ-200 Україна", "Scopus" і "Вебометрикс", кожний з яких використовує різні критерії оцінювання вищих навчальних закладів.

Отриманий узагальнений рейтинг ураховує рейтингові місця вузів за версією "Топ-200 Україна", "Scopus" і "Вебометрикс".

Всього було оцінено 288 вищих закладів освіти України. Наш університет є лідером серед вишів Миколаєва та області:

Назва навчального закладу	Місце у загальному рейтингу ↓	ТОП-200 Україна	Webometrics	Scopus	Загальний бал
Київський національний університет імені Тараса Шевченка	**1**	2	1	1	4
НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	**2-3**	1	2	6	9
…	…	…	…	…	…
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова	**75**	126	76	50	252
Миколаївський національний аграрний університет	**87**	66	83	137	286
Чорноморський національний університет імені Петра Могили	**121**	44	228	96	368
Миколаївський національний університет ім. В. Сухомлинського	**147-148**	99	181	137	417

Досягнення є, але не час зупинятися на досягнутому, треба допомагати нашій молодій державі достойно пройти всі випробування та зайняти відповідне місце у сім'ї європейських держав.

ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ В ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСАХ

Козир Б. Ю. Народний депутат України, к.т.н.

Транспортний комплекс України поєднує в собі різні види транспорту, такі як: морський та річковий, автомобільний, залізничний, авіаційний, трубопровідний. Кожен з них має свою специфіку. Для забезпечення роботи господарства країни всі види транспорту повинні бути взаємопов'язані та працювати злагоджено при транспортуванні пасажирів та вантажів. [1]

Морський транспортний комплекс України являє собою багатофункціональну структуру, направлену на задоволення потреб національної економіки у логістичному забезпеченні. Морська галузь України володіє одним з найпотужніших потенціалів серед Європейських країн: близько 40 державних підприємств з оборотом більше 10 млрд. грн. на рік; щонайменше 5000 галузевих суб'єктів господарювання; 1 робоче місце в галузі водного транспорту стимулює створення 4-5 робочих місць в суміжних галузях

Найпотужніший потенціал безумовно належить морським портам:

- 18 континентальних морських портів;
- 262 млн. тонн пропускної здатності на рік;
- 25 тис. працівників.

Морські порти є складовою частиною транспортної і виробничої інфраструктури держави з огляду на їх вигідне розташування для забезпечення транзитних вантажопотоків та участь у міжнародних транспортних коридорах. Від ефективності функціонування морських портів, сучасного рівня їх технічного оснащення, відповідності системи управління та комплексного розвитку інфраструктури сучасним міжнародним стандартам залежить рейтинг водного транспорту на світовому ринку.

Однак не меншої уваги заслуговують і внутрішні водні шляхи України:

- 3 судноплавні річки, дві з яких (Дунай і Дніпро) входять до ТОП-5 найбільших річок Європи;
- 16 річкових портів та терміналів;
- 60 млн. тонн пропускної здатності на рік. [4]

Незважаючи на такі безумовно привабливі географічні умови, в Україні річковим транспортом перевозиться менше 1% загального обсягу товарів. В той час, як в країнах ЄС цей показник досягає 16,3% у Болгарії, 12,3% у Німеччині; при узагальненому рівні перевезень річками у країнах ЄС - 6,7%.

Крім того, Україна має суттєвий потенціал для прискорення інтеграції до європейського ринку послуг пасажирського річкового сполучення. За останні роки обсяг наданих країнам ЄС послуг цього виду транспорту вдвічи перевищив послуги морського пасажирського транспорту. У майбутньому перелік держав ЄС, пасажири яких можуть скористатися послугами річкового флоту України доцільно розширити, для чого необхідно наростити флот, який відповідатиме європейським стандартам за комфортом, надійністю та конкурентними цінами. [2]

Всупереч того, що 16 річкових портів та терміналів мають пропускну спроможність близько 60 млн тонн вантажу на рік, за останні 25 років рівень вантажних перевезень стрімко скоротився до 3,6 млн тонн.

Саме тому, вкрай гостро сьогодні стоїть питання інтегрування водного транспорту нашої держави у транс'європейські річкові транспортні коридори:

- вихід на судноплавні канали Рейн-Майн-Дунай і через розгалужену систему внутрішніх водних шляхів та гирлових портів на Амстердам, Роттердам, Антверпен з тим, щоб доставляти вантажі внутрішнім водним транспортом практично по всій Європі;

- розвиток перспективних внутрішніх водних маршрутів, таких як Одер-Вісла-Прип'ять-Дніпро і Західна Двіна-Прип'ять-Дніпро.

Інтеграція водного транспорту у логістичні процеси внутрішніх водних шляхів надасть можливість здешевлення доставки вантажів всередині країни, збереження автотранспортної інфраструктури та покращення екологічної ситуації. Адже одна баржа вантажопід'ємністю 3,5 тис тонн перевозить стільки ж вантажів, скільки 180 фур або ж 50 залізничних вагонів. Витрати на інтеграційний процес залежать, головним чином, від необхідності приведення рівня транспортних послуг, інфраструктури до підвищених стандартів,підтримку конкурентоздатності українських транспортних компаній, утворення та упровадження нової регуляторної та законодавчої бази. [3]

Відсутність встановленої законом правової основи функціонування та розвитку внутрішнього водного транспорту у країні з однією з найбільших судноплавних річок (р. Дніпро), що протікає через всю територію України, не дозволяє в повному обсязі забезпечити комплексний розвиток, нарощування потенціалу та підвищення конкурентоспроможності внутрішнього водного транспорту. Відсутність на сьогодні законодавчого врегулювання сфери внутрішнього водного транспорту у вигляді затвердженого базового закону є вкрай негативним моментом для розвитку ринку та стримуючим фактором для інтеграції водного транспорту в логістичну систему країн ЄС.

Саме тому було розроблено проект Закону «Про внутрішній водний транспорт», який дозволить врегулювати питання вантажних перевезень внутрішніми водними шляхами та фінансової моделі розвитку сектору внутрішніх водних шляхів України.

Серед ключових положень данного законопроекту – повна лібералізація і відкриття ринку, створення вільної конкуренції, суттєве спрощення умов ведення бізнесу на річці, а також зменшення витрат судновласників, скасування низки платежів, зборів та дозвільних документів, а саме плати за шлюзування та плати за проходження розвідних мостів, можливість приватного інвестування у стратегічні об'єкти інфраструктури використовуючи механізм компенсації, закладена норма демонополізації лоцманських послуг.

Висновки. Узагальнюючи вищенаведене, слід зазначити, що сприяючим фактором інтеграції водного транспорту є вигідне географічне положення України. Безумовно, це є запорукою для успішного розвитку річкової транспортної галузі, але транспортна галузь значною мірою залежить від державної підтримки та державної політики. Тому саме формування законодавчої бази, покликаної повернути українським річкам колишню славу транспортних водних артерій держави, дає поштовх для початку масштабної державної кампанії по відновленню судноплавства по внутрішнім водним шляхам України та інтеграції водного транспорту до країн ЄС, що дозволить Україні бути частиною європейської економіки.

Список використаної літератури:

1. **Антощишина Н.І.** Інтеграційні процеси транспортної системи в ЄС // Ефективна економіка. – 2013. - № 10

2. **Прейгер Д., Собкевич О., Ємельянова О.** Перспективні шляхи та механізми інтеграції ринку транспортних послуг України до країн ЄС // Відділ секторальної економіки http://www.niss.gov.ua

3. **Сирийчик Т., Фургальські А., Клімкевич Ч., Камола М., Дяченко Т., Пугачов М.,Філіпенко О.** Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / За ред. Марчіна Свєнчіцкі. // Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.

4. http://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniy-transport-ukraini.html

УДК 629.5.01:656.6

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КЛАССИЧЕСКИХ СУДОВ СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ ПЛАВАНИЯ, А ТАКЖЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ

Егоров Г. В., д.т.н., профессор, генеральный директор
Егоров А. Г., к.т.н., старший научный сотрудник
Морское Инженерное Бюро

В докладе обоснована необходимость строительства новых судов смешанного река-море плавания на основе исследования статистических закомерностей списания судов смешанного река-море плавания и прогноза состава флота на перспективу до 2025 года, с выявлением типов судов, наиболее востребованных на рынке транспортных услуг.

По результатам анализа списания по отдельным проектам судов смешанного плавания можно сделать вывод о трех моделях списания, характерных для отечественных судов смешанного плавания:

- списание по классической схеме (1 модель), при которой значительная часть судов серии списывается при достижении судами максимального допустимого расчетного срока эксплуатации, как правило, 25-30 лет, а оставшиеся в эксплуатации суда списываются по остаточном принципу (по убывающей);

- списание в силу морального устаревания (2 модель), при которой значительная часть судов серии списывается при наступлении определенных внешних обстоятельств (обвал рынка, потеря экономики в работе судна, несоответствие судна конъюнктуре рынка). При этом средний возраст списаний судов серии может и не достигать расчетного эксплуатационного срока (суда типа «СТ» проектов 19620, Р-168, 191), а может быть и значительно выше (суда типа «Волго-Балт» проекта 2-95А/R);

- списание по комбинированной схеме (3 модель), при которой суда серии списываются постепенно в зависимости от достижения допустимого расчетного срока эксплуатации, режимов эксплуатации и судовладельца.

Классическое списание по первой модели характерно для судов смешанного плавания, работающих / работавших преимущественно на реке (проекты 21-88, 21-89 типа «Калининград», проект 576 типа «Шестая пятилетка»), а также в морских районах (проект 566 типа «Олег Кошевой» (1 серия), проект 1588 типа «Василий Шукшин», проект 1572 типа «Кишинев»).

Списание в силу морального устаревания характерно для судов смешанного плавания, строившихся в своё время под определенные задачи, которые потеряли сейчас актуальность (суда типа «СТ» проектов 19620, Р-168, 191, 037, типа «Волго-Балт» проекта 2-95А/R, проектов 326, 326.1 типа «СТК», проекта 1570 типа «Нефтерудовоз», проектов 285, 289, 787 типа «Ладога», проектов 1810, 1814 типа «Морской», проектов Д-080, Д-080М типа «Славутич», проекта 1557 типа «Сормовский»).

Списание по комбинированной модели характерно для судов смешанного плавания, которые являются актуальными и сегодня, но списываются по ряду причин – техническое состояние, аварии, банкротство судовладельца и т.п. (суда проектов 781, 781э, 613, 620 типа «Балтийский», проектов 550, 558, 550А, 1577 типа «Волгонефть», проектов Р-77, 621 типа «Ленанефть», проектов 507А, Б, 1565 типа «Волго-Дон», проекта 05074 типа «Волжский», проектов 1743, 1743.1 типа «Омский», проектов 292, 0225 типа «Сибирский», проектов 19610, 1961 типа «Волга»).

При этом многие из таких судов могут потерять актуальность в будущем, и первая или третья модель списания будет меняться на вторую.

К примеру, танкеры, не соответствующие Правилам МАРПОЛ, с 2018 года или суда, не дооборудованные системой обработки балластных вод в соответствии с Балластной конвенцией BWM 2004 к первому после 8 сентября 2017 года очередному освидетельствованию [1].

Прогнозировать выбытие судов смешанного река-море плавания можно в целом для всего флота, но это будет очень грубой оценкой, так как зависимости выбытия для судов различных проектов значительно отличаются друг от друга и носят вероятностный характер.

Для каждого проекта, базируясь на данных, полученных в докладе и опираясь на выбранную модель утилизации, можно прогнозировать следующие сроки списания (см. таблицу 1).

Таблица 1. Прогноз выбытия судов смешанного река-море плавания на середину 2017 года

Проект	Прогнозируемый год выбытия серии	Остаточный ресурс, лет	Количество действующих судов на 2017 г, ед.	Прогноз количества судов на 2020 г, ед.	Прогноз количества судов на 2025 г, ед.
Балтийский (пр. 613, 620)	2026	9,0	8	5	1
Балтийский (пр. 781, 781Э)	2020	3,0	7	1	-
Амур (пр. 92-040)	2029	12,0	34	28	17
Василий Шукшин (пр. 1588)	2020	3,0	4	1	-
Волга (пр. 19610, 19611)	2036	19,0	41	37	31
Волго-Балт (пр. 791)	2018	1,0	3	-	-
Волго-Балт (пр. 2-95А/R)	2025	8,0	91	60	5
Волго-Дон (пр. 507А, 507Б)	2030	13,0	51	38	14
Волго-Дон (пр. 1565)	2034	17,0	81	70	56
Волжский (пр. 05074)	2036	19,0	47	40	27
Иван Щепетов (пр. 16510)	2035	18,0	3	3	2
Калининград (пр. 21-88, 21-89)	2025	8,0	53	29	4
Кишинев (пр. 1572)	2020	3,0	6	1	-
Ладога (пр. 285, 289, 787)	2021	4,0	8	3	-
Невский (пр. Р-32, Р-32А, Р-32К)	2034	17,0	36	30	18
Омский (пр. 1743, 1743.1)	2029	12,0	111	86	41
Морской (пр. 1814двт, 1810двт)	2019	2,0	2	-	-
Рефрижератор (пр. 037)	2019	2,0	2	-	-
Сибирский (пр. 292, 0225)	2028	11,0	31	27	11
Славутич (пр. Д-080, Д-080МК)	2023	6,0	9	5	-
Сормовский (пр. 1557)	2027	10,0	63	44	19
Сормовский (пр. 488)	2033	16,0	34	29	17
СТК (пр. 326, 326.1)	2024	7,0	38	16	-
СТ (пр. 191, 19620, 19621, Р-168)	2026	9,0	49	32	9
Финский (пр. 1000)	2030	13,0	14	10	4
Шестая пятилетка (пр. 576)	2022	5,0	53	28	-
Нефтерудовоз (пр. 1570)	2023	6,0	25	12	-
Волгонефть (пр. 550, 558)	2024	7,0	21	14	-
Волгонефть (пр. 630)	2038	21,0	9	8	6
Волгонефть (пр. 550А, 1577)	2027	10,0	105	78	30
Ленанефть (пр. Р-77)	2027	10,0	41	29	11
Ленанефть (пр. 621)	2038	21,0	28	25	20
Бункеровщик (пр. 610)	2028	11,0	49	35	16
Олег Кошевой (пр. 1677)	2026	9,0	22	11	3
Олег Кошевой 1 сер. (пр. 566)	2018	1,0	0	-	-
Всего			1179	835	362

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

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

Выводы

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

Список литературы

1. **Егоров Г.В., Нильва А.Е., Колесник Д.В.** Управление балластными водами на новых и существующих судах: опыт практических решений и возникающие проблемы [Текст] // Морская Биржа, - 2017. - №2 (60) - С. 22-34.

УДК 629.124

О КОНЦЕПЦИИ ВОЗРОЖДЕНИЯ СУДОСТРОЕНИЯ В УКРАИНЕ

Бурковец С.В.,
ООО «Южная судоремонтная компания», г. Николаев

Наша страна географически имеет важное расположение, еще недавно у нас строились крейсера, авианосцы, суда гражданского флота, наши специалисты и сегодня ценятся во всем мире. Однако, на сегодняшний день лидерами мирового судостроения являются Корея, Китай, Япония и США.

К большому сожалению, Николаев утратил свое былое название «Города корабелов». Но мы должны быть реалистами. Мы были «заточены» под военное судостроение, под грандиозные заказы и оборудование при СССР.

Сегодня возрождение украинского судостроения возможно только при поддержке государства. Это сложная задача. Нужно строить все заново: инфраструктуру, обновлять программу обучения в профтехучилищах, готовить конструкторов, разработчиков.

Однако, начинать необходимо с сохранности имеющегося: это и материальная база заводов, и рабочие кадры, и кадры конструкторов, и рынок труда в области судостроения и судоремонта.

Сегодня наблюдается уход поколения мастеров судостроительного и судоремонтного дела, а передать опыт либо некому, либо те, кому передан опыт, уже мигрировали за границу и там поднимают чужую экономику, получая достойную плату. А у оставшихся нет практики и эту практику негде получать – ни студентам профильных университетов, ни конструкторам. Украинские университеты дают достаточно количество теоретических знаний, но ведь на рынке труда сегодня требуется и опыт.

Специалистам знакомы такие заводы-гиганты как Черноморский судостроительный, Херсонский судостроительный заводы (они же теперь ПАО «СмартМэритаймГруп»), Судостроительный завод имени 61-го коммунара, завод «Океан», Азовский и Ильичевский судоремонтные заводы, Килийский и Измаильский судостроительно-судоремонтные заводы и другие. Так вот, рабочих площадей на этих заводах достаточно: плавучие и сухие доки, краны разной тоннажности (есть даже 500-ти тонные), стапеля, причалы. Однако есть проблема – материальная база этих заводов требует восстановления, денежных инвестиций, так как технически и морально устарела; отсутствует грамотный менеджмент (зачастую просто нет грамотного хозяйственного управления). Встает также вопрос о финансировании, ведь со стороны государства отрасль недофинансируется. Необходимо провести ревизию этих объектов государственной собственности, чтобы увидеть реальную ситуацию, создать оценочную комиссию в составе специалистов разных областей: юристов, инженеров, финансистов, оценщиков.

Можно привлечь частные компании по судоремонту и судостроению с целью инвестирования, например, на основании договоров аренды рабочих площадей, оборудования.

Предоставить лояльные или даже льготные условия со стороны государства для компаний в отрасли судостроения, с целью развития судостроения в государстве в целом.

Сегодня возможно поднять уровень экономики в данной отрасли и за счет судоремонта иностранных судов, и развития каботажного флота и инфраструктуры внутренних вод. Водные пути возможно и необходимо использовать в торговых целях, ведь они не требуют значительных затрат на содержание сети, как в других видах транспорта. Возможность перевозить грузы любых размеров и веса водными путями позволяет разгрузить автодороги.

Переложив перевозку грузов на реки, автоматически появляется спрос на постройку новых и обслуживание имеющихся судов каботажного и технического флота, а также водных объектов (судоходных фарватеров, шлюзов и др.). Далее, эксплуатация судов разного назначения и типов (барж, аварийно-

спасательных и водолазных судов, буксиров и земснарядов, лоцманских судов, спортивных) потребует их обслуживания и ремонта.

Но ремонтироваться в наших водах иностранному судну не выгодно, так как судно облагается разным видам налогов, сборов. Необходимо законодательно регламентировать понятие временного ввода судна для осуществления ряда работ. Назовем это, открыть границу для судостроения и судоремонта, как это сделано и успешно работает, например, в Турции.

Относительно собственного судостроения – необходимы десятки миллионов долларов, которыми, естественно, отечественные предприятия свободно не владеют. Выход имеется – кредитование по экономически обоснованным процентным ставкам. В развитых странах (США, Япония) действует система лояльности и прочая поддержка государства, которой так не хватает нам. Например, компенсация процентов по кредиту, отсрочка выплаты процентов, снижение процентной ставки или создание «свободной экономической зоны» в отрасли судостроения.

Однако сегодня, хотя мы и имеем преимущества в дешевой рабочей силе, дешевых энергоресурсах и материале, однако постройка судна, например, танкера иностранному заказчику удорожается за счет уплаты налогов, госпошлины в связи с закупкой комплектующего оборудования и прочих материалов из-за границы. То есть по факту уплата налогов ложится на плечи производителя, а не конечного потребителя. Необходимы льготные условия растаможки комплектующего оборудования для постройки судна.

Следующей проблемой является необходимость урегулирование процесса проведения тендеров по госзаказам, а именно предоставление возможности участия компаниям, которые являются налогоплательщиками, чтоб бюджетные деньги оставались в экономике нашей страны, а не оседали в офшорах.

Таким образом, сегодня важно не упустить вопрос развития инфраструктуры внутренних водных путей Украины при разработке концепции возрождения судостроения.

Речь идет о четкой законодательной базе, прозрачности ценообразования, обоснованности речных и канальных сборов, объемов госпошлины, урегулировании отношений между заказчиками и компаниями, предоставляющими услуги перевозки, судоремонта, судостроения. Необходимо создание органа регулирования, контроля инфраструктуры – предприятия по обслуживанию водных путей, как это существует в развитых странах.

Сегодня в Верховной Раде Украины есть законопроект, в котором, по моему мнению, правильные вещи написаны (Закон № 2475а «Про внутрішній водний транспорт»). И это первое реальное предложение за 26 лет независимости нашей страны, в котором определяются правовые, экономические и организационные основы деятельности внутреннего водного транспорта.

Принятие этого закона даст возможность сдвинуть с «мертвой точки» процесс создания отечественных судов речного флота, а государственная поддержка этого процесса создаст основу для возрождения отечественного судостроения в перспективе.

УДК 005:621.1:338.28

Стратегія розвитку морських портів України: проекти розвитку

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

Стратегія розвитку морських портів України, яка затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 р. N 548-р [1] має за мету забезпечення комплексного розвитку та підвищення конкурентоспроможності портової галузі; забезпечення належного утримання, ефективного управління та використання стратегічних об'єктів портової інфраструктури; залучення на довгостроковий період приватних інвестицій для розвитку об'єктів портової інфраструктури; створення умов для провадження господарської діяльності в морському порту, рівного доступу до послуг, що надаються в морському порту; створення мережі кластерів; забезпечення безпеки мореплавства, життя і здоров'я людей та господарської діяльності, що провадиться в морському порту, безпечної експлуатації об'єктів портової інфраструктури; забезпечення матеріально-технічного і технологічного розвитку портової галузі та підготовки кадрів, екологічної безпеки відповідно до міжнародних стандартів, тощо.

У відповідності до Стратегії передбачається реалізація її основних завдань, серед яких слід виділити підвищення ефективності, якості і швидкості обробки вантажів; 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; удосконалення системи документообігу, спрощення дозвільних процедур, зменшення часу обробки вантажів; створення умов для

розвитку добросовісної конкуренції між вітчизняними морськими портами та інше, в тому числі,особливе завдання становить модернізації і розвитку об'єктів портової інфраструктури загального користування.

На підставі виконаного аналізу існуючої відкритої інформації наведено аналіз проектів розвитку основних елементів портової інфраструктури морських портів України, які були задекларовані до виконання. В загальному переліку проектів розвитку морських портів слід відмітити таки напрямки: днопоглиблення, розвиток інфраструктури морських терміналів, розвиток автомобільної інфраструктури, розвиток залізничної інфраструктури, інші напрямки. Формування та впровадження проектів розвитку передбачається у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективі.

Розглянуто загальну та диференційовану вартості проектів розвитку портової інфраструктури. Так, наприклад, вартість проектів з ремонту гідротехнічних споруд у 2016 році були заплановані на рівні – 40 198,0 тис. грн., з них за філіями АМПУ: Іллічівська філія – 8 700,0 тис. грн., у тому числі: бортові балки на причалах №19-22–1 800 тис. грн.; покриття причалів №№10,22,26-27–1 900 тис. грн.; канали шинопроводу на причалах №№ 2, 16– 3 000 тис. грн.; Миколаївська філія – 7 741,0 тис. грн., у тому числі, капітальний ремонт верхньої будови причалу №10 – 7 611,0 тис. грн.; Ізмаїльська філія – 5 506,0 тис. грн., у тому числі, ремонт бортових балок причалу № 7 ППК-1– ремонт бортових балок причалу № 8 ППК-1 – 2 206,0 тис. грн.

Капітальні вкладення в ремонт залізничних шляхів у 2016 році заплановано на рівні - 11 890,0 тис. грн.,в тому числі: Іллічівська філія – 6 300,0 тис. грн.; Ренійська філія – 4 310,0 тис. грн, та таке інше.

Виконано аналіз розвитку морських портів у розрізі формування їх нових територій (рис.1).

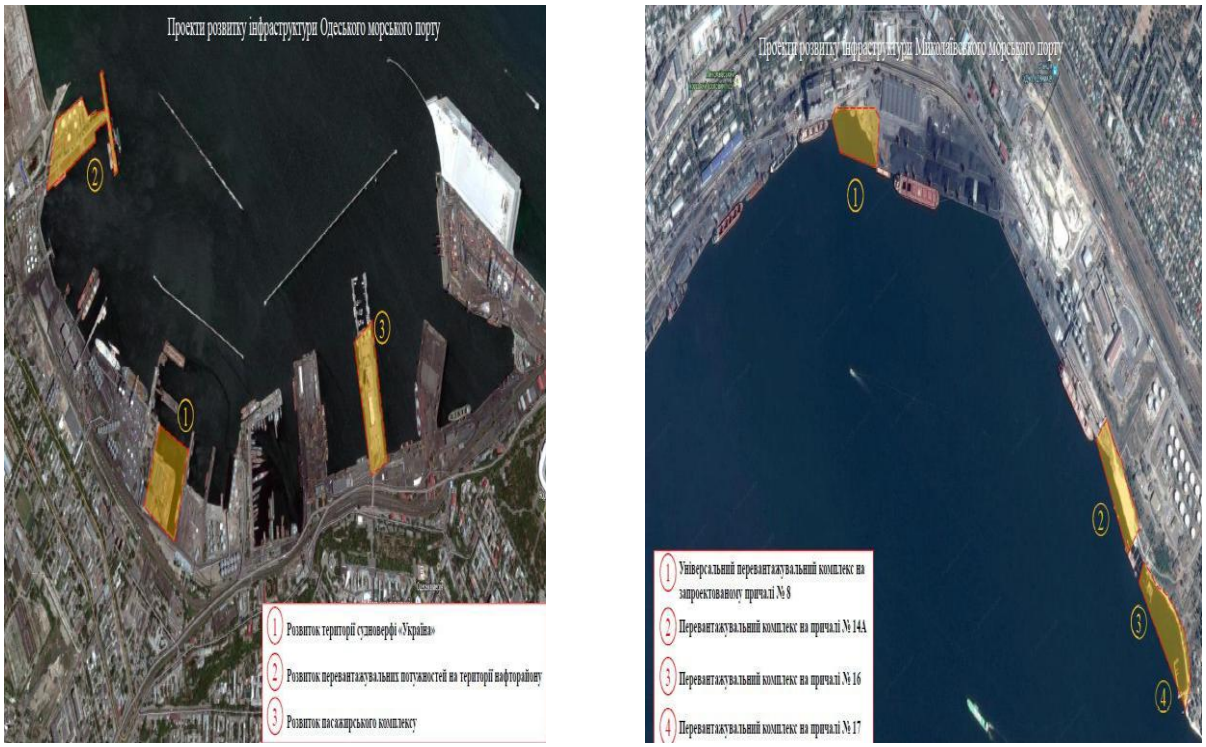


Рисунок 1 – Проекти розвитку інфраструктури Одеського та Миколаївського морських торгових портів

Наводяться обсяги днопоглиблювальних робіт за проектами (табл.1, надано фрагмент).

Таблиця 1.6 Днопоглиблювальні роботи в морських портах континентальної частини України

Морський порт/філія АМПУ	Назва об'єкту	Обсяг дно - поглиблювальних робіт(тис.м^3),2015р	План обсягу дно - поглиблювальних робіт(тис.м^3),2016р
Маріуполь	Канал вугільної гавані та акваторія порту	750	1 420
Бердянськ	Підхідний канал та акваторія порту	776	1584
Ізмаїл	Акваторія порту	59	187

Розглянуті проекти розвитку систем енергопостачання морських портів, як складової портової інфраструктури. Стосовно зазначеного напрямку проектів виконано аналіз питомої ваги витрат на енергоресурси у складі операційних витрат, наприклад для ДП «СМП «Октябрьск» : 2010 р.– 5,6%; 2011р. –

8,3%; 2011р.– 9,6%; 2012р.– 7,7%; 2013р. 6,2%. Наводяться основні характеристики проектів з підвищення енергетичної ефективності систем теплопостачання, освітлення, запровадження нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії.

Надані характеристики проектів розвитку морських портів із залученням приватного сектору.

Виконаний аналіз доводить, що запропоновані проекти розвитку морських портів України повинні враховувати зовнішні фактори, які суттєво впливають на прогнозовані вантажопотоки. Серед таких факторів, перш за все, слід враховувати конкурентну стратегію, яка запропонована з боку Росії, а також розвиток портів Румунії, Туреччини.

Перелік посилань

1. Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, від 11.07.2013 за № 548р
2. Министерство инфраструктуры Украины. Государственное Предприятие «Администрация морских портов Украины» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.uspa.gov.ua/ru/

УДК 004.658.2

ОНЛАЙН ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СПІЛЬНИМИ ПРОГРАМАМИ НАВЧАННЯ З ІНОЗЕМНИМИ ПАРТНЕРАМИ ЗА НАПРЯМКОМ «СУДНОБУДУВАННЯ»

Рижков Олександр Сергійович к.т.н., доцент, керівник ННЦМС
Рижков Ростислав Сергійович к.т.н., керівник ННЦЄІ
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна

Дистанційна освіта є ідеальним рішенням для професіоналів, які прагнуть продовжити свою кар'єру. Це дає можливість додаткової кваліфікації, зберігаючи поточну роботу. За допомогою гнучкого графіку та ресурсів, доступних в інтернеті, програми дистанційного навчання можуть бути ключем для кар'єри та просування по службі.

Інтернет-навчання також є заощадженням грошей, оскільки студенту не потрібно витрачати гроші на переїзді або на дороге повсякденне життя в іншій країні.

Дистанційне навчання - це режим навчання, який дозволяє студентам вивчати більшість або всі курси, не відвідуючи навчального закладу. Програми часто включають комп'ютерну систему навчання та інструменти для створення віртуального класу.

За даними світового порталу дистанційного навчання “DistanceLearningPortal” [1] станом на серпень 2017 року п’ятірка лідерів країн по програмам визнаного міжнародного рівня наступна:

1 – Сполучені Штати Америки (4155 програм);
2 – Великобританія (2411 програм);
3 – Австралія (2065 програм);
4 – Канада (276 програм);
5 – Нідерланди (162 програми).

Сучасна світова вища освіта потребує вирішення чисельних завдань щодо покращення процесу викладання та залучення новітніх технологій. Основними проблемами сьогодення є: несприятлива демографія, проблемне управління якістю, брак кваліфікованих ресурсів, старіння населення та невідповідність навчальних програм викликам сьогодення.

Система вищої освіти постійно розвивається. Незважаючи на те, що в деяких країнах здебільшого вдалося здійснити локальні або часткові зміни за сучасними вимогами, досі відсутні перспективні глобальні рішення.

Інноваційна освітня платформа, заснована на практиці сумісного навчання, може трансформувати традиційно жорстку освітню систему до більш гнучких мережевих структур. Використовуючи елементами інформаційно-комунікативних технологій викладач при менших витратах часу може донести інформацію до більшої кількості студентів. При цьому, один раз підготовлені онлайн курси можуть буди використані безліч разів як в початковій формі, так і з модифікаціями [2].

В сучасних умовах надання освітніх послуг змінюються потреби як для студентів, так і вчителів [3]. Вчителям потрібно підготувати свої лекції на найбільш ефективному рівні та в найкоротші терміни. А студентів треба заохотити до самонавчання. З іншого боку, навчальні заклади прагнуть забезпечити максимальний рівень освіти з мінімальним рівнем інвестицій [4].

У світі знайшли широке застосування онлайн платформи на основі модульного об'єктно-орієнтованого динамічного навчального середовища під назвою Moodle [5]. Moodle - це платформа електронного навчання з відкритим кодом [6]. Moodle представляє технологію LMS (Learning Management Systems), пакет програмного

забезпечення, розроблений, щоб допомогти педагогам створювати якісні Інтернет-курси [7]. В даний час Moodle використовується 6300 сайтами з 136 країн. Платформа дистанційного навчання працює як типова асинхронна служба електронного навчання, але в майбутньому буде додано більше синхронних послуг електронного навчання [8].

Аналізуючи ринок дистанційних освітянських послуг, що надаються українськими університетами, можна виділити спільну рису: “нецентралізоване заочно-дистанційне навчання”. Зазвичай кожен український ВНЗ має свій погляд на це питання, починаючи з пересилки по електронній пошті курсу лекцій і закінчуючи індивідуальною роботою викладача зі студентом через програмне забезпечення для інтернет-телефонії “Skype” та інш. І це не позбавляє необхідності студенту прибувати в Україну кожної сесії для складання іспитів. Отже таке навчання важко назвати світовим “Distant learning”.

В час Глобалізації та стрімкого розвитку технологій, функціонування університету – повноцінного гравця міжнародного ринку – неможливо уявити без застосування дистанційних методів навчання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За замовленням партнерів з Університету науки та технології Цзянсу та Міжнародного морського коледжу Чжецзян було розроблено сучасну онлайн платформу “WeStudy” [9]. Це було зроблено для вирішення питання використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для покращення якості освітніх послуг при реалізації спільних проектів. В якості пілотних було взято програми між Національним університетом кораблебудування та його двома партнерами – Міжнародним морським коледжем Чжецзян та Університетом науки та технології Цзянсу.

Стартову сторінку розробленої платформи “WeStudy” представлено на рисунку 1. Простий інтерфейс скриває в собі складну освітню онлайн платформу з майже безмежними можливостями здійснення як повного циклу дистанційного, так і допоміжного сервісу для класичного навчання.

Для полегшення процесу використання сайту, в лівій частині сайту розміщено допоміжну панель з іконками швидкого доступу:

- Dashboard;
- Site Home;
- Calendar;
- Private files;
- My courses.

За бажанням, допоміжну панель можна сховати.

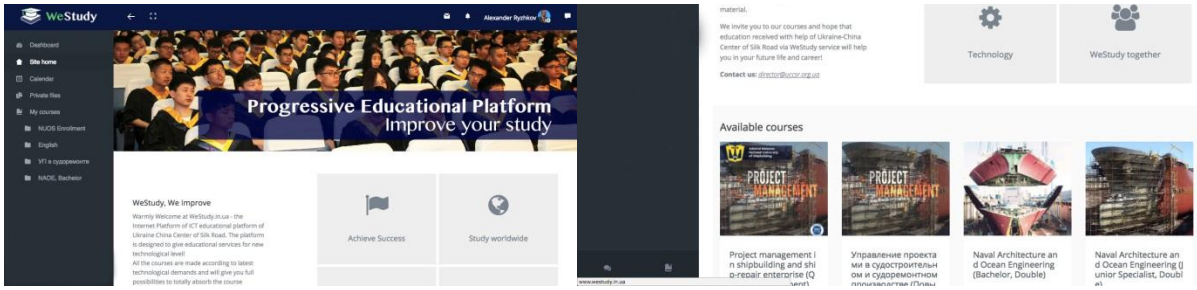


Рис. 1. Стартова сторінка освітньої онлайн платформи “www.westudy.in.ua”

Для зручності використання, на стартовій сторінці розміщено посилання на основні курси навчання. Зареєструватися на платформі з подальшим записом на курс можна заповнивши анкету. Хостінг та допоміжні сервіси сайту обирались з урахуванням специфіки інтернету на території Китайської Народної Республіки.

Сторінка Dashboard (панель приладів) розроблена як персональна сторінка користувача (рис.2), через яку можна відстежувати поточний стан навчання на курсах, бачити розклад зайнять та завдань для виконання, завантажувати/використовувати персональні файли, редагувати особистий календар та багато іншого.

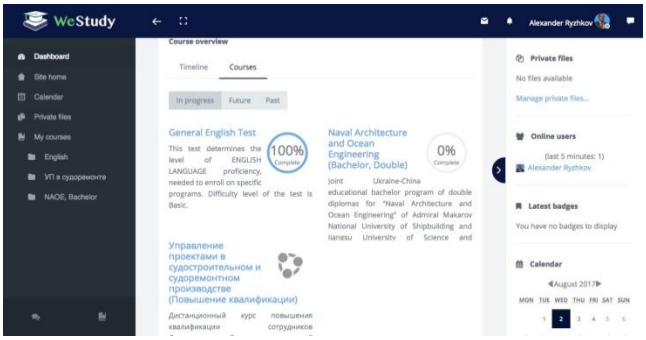


Рис. 2. Dashboard – "панель приладів" користувача

Платформа підтримує систему онлайн обміну повідомленнями між учасниками "WeStudy". Вона дозволяє вести діалог з будь яким зареєстрованим користувачем. Для зручності, система сповіщує про нові повідомлення на електронну пошту користувача.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах спільного виконання освітніх програм типу "4+0", "3+X" та інш. використання платформи WeStudy довело свою високу ефективність при управлінні людськими ресурсами: як студентами і викладачами, так і менеджерами та адміністраторами даних програм.

Перспективним є розробка дистанційних курсів підвищення кваліфікації на базі НУК з напрямів "управління проектами", "електротехніка", "суднобудування".

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] "Distance Learning Courses by Country - Distance LearningPortal.com", Distancelearningportal.com, 2017. [Online]. Available: http://www.distancelearningportal.com/countries. [Accessed: 22- Aug- 2017].

[2] **S. Pavla, V. Hana and V. Jan,** "Blended Learning: Promising Strategic Alternative in Higher Education", Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 171, pp. 1245-1254, 2015.

[3] **G. Morgan,** Faculty use of course management systems. Boulder, Colo.: ECAR, EDUCAUSE Center for Applied Research, 2003.

[4] **N. Cavus,** "Distance Learning and Learning Management Systems", Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 191, pp. 872-877, 2015.

[5] **W. Horton and K. Horton,** E-learning tools and technologies. New York: Wiley, 2003.

[6] "Moodle in English: Moodle documentation: Moodle Documentation Project", Moodle.org, 2017. [Online]. Available: https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=3635. [Accessed: 22- Aug- 2017].

[7] **Bao Zongliang, Song Wei and Zhou Qunyi,** "Research on teaching method of WEB-based process management in engineering practice", 2010 International Conference on E-Health Networking Digital Ecosystems and Technologies (EDT), 2010.

[8] **P. Klosuwski,** "Distance learning platform based on Content Management System", IFAC Proceedings Volumes, vol. 39, no. 21, pp. 269-274, 2006.

[9] "WeStudy", Westudy.in.ua, 2017. [Online]. Available: http://www.westudy.in.ua/. [Accessed: 22- Aug- 2017].

УДК 629.124

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ И СРОКОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЙКИ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ

Некрасов В.А.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Введение. Исследовательское проектирование кораблей и судов, в котором внимание акцентируется на определении их строительной стоимости и сроков постройки, носит название промышленно ориентированного или продукт-ориентированного проектирования. В общем случае такое проектирование является частью оптимизационного проектирования кораблей и судов для использования на интервалах времени равных их жизненным периодам [1].

Существует несколько методов оценки строительной стоимости и сроков постройки кораблей и судов, применяемых на ранних этапах исследовательского проектирования и при заключении контрактов на их постройку на конкретных верфях. Наибольшее распространение среди них получил параметрический метод определения строительной стоимости кораблей и сроков их постройки, разработанный в США для одноименного параметрического модуля программного продукта Product-Oriented Design and Construction Cost Estimation (PODAC Cost Estimation), который в настоящее время широко используется в зарубежном кораблестроении [2].

Параметрический метод оценки стоимости кораблей и судов в начале 2000-х годов также был использован кафедрой теории и проектирования судов НУК при решении задач исследовательского (концептуального) проектирования гражданских судов и кораблей береговой охраны. Соответствующие алгоритмы были включены в комплексы программ математического моделирования функциональных операций и оптимизации проектных решений гражданских судов и кораблей береговой охраны на промежутках времени их жизни, начиная от проектирования, постройки, продуктивного использования, ремонта и заканчивая утилизацией [3].

Данная работа является обобщением выполненных кафедрой исследований для начальных этапов жизненного периода кораблей и судов - периодов проектирования и постройки, приближения результатов исследований к мировым стандартам.

1. Технологии формирования затрат на проектирование и постройку кораблей и судов

В основу технологий формирования затрат (проектируемых и реализуемых) полагаются две системы:

– система структурного разбиения судна на части (например – SWBS (Ship Work Breakdown Structure) [4,5]), или расширенного структурного разбиения на части (ESWBS (Extended Ship Work Breakdown Structure) [4]), и

– система соотношений для оценки затрат – CER (Cost Estimating Relationship [2]) или эмпирических соотношений для оценки затрат – ECER (Empirical Cost Estimating Relationship [2,6]).

В зависимости от того на какой стадии проектирования или постройки рассматривается корабль или судно обе системы имеют три уровня детализации, см. табл. 1.

В системе структурного разбиения корабля на части – системе SWBS или ESWBS - все отдельные компоненты на корабле классифицируются по группам на основе их веса. Исходя из веса производится и оценка стоимости корабля, а также прогнозируется стоимость новых проектных решений или приобретений.

Таблица 1 – Уровни детализации системы разбиения на части и системы соотношений для оценки затрат на производство частей при проектировании и строительстве кораблей и судов

№	Этапы проектирования (Результат)	Этапы проектиро-вания при заключении контракта на постройку корабля	Уровни структуры разбиения корабля – SWBS	Уровни информации	Прибли-жения по оценке затрат	Соотно-шения для оценки затрат – CER
1	2	3	4	5	6	7
1	Исследовательское проектирование (Аван-проект или эскизный проект)	Концептуальный проект	1-й разряд SWBS	Характе-ристики корабля	Параметри-ческое	Эмпи-рические ECER
2	Техническое проектирование (Класс-проект)	Предва-рительный проект	2-й разряд SWBS	Характе-ристики корабля и систем	Параметри-ческое	Эмпи-рические ECER и прямые CER
3	Рабочее проектирование (Рабочий проект)	Контракт-ный проект	3-й разряд SWBS	Характе-ристики корабля, систем, подсистем и деталей	Прямой анализ	Прямые CER

В системе соотношений для оценки затрат – системе CER - используются два типа CER:

– Эмпирические CERs, которые связывают затраты с параметрами системного уровня, такими как структурный вес и мощность главных двигателей, или соотношения затрат для промежуточных продуктов более высокого уровня, таких как блоки или зоны;

– Прямые CERs, которые связывают затраты с параметрами предметов и технологий производства, где они формируются прейскурантами, детальными чертежами и технологиями.

Целью создания эмпирических CERs – ECERs, является формирование параметрического подхода для оценки затрат на строительство, а также на эксплуатацию корабля или судна на различных этапах их проектирования. С помощью ECERs обеспечиваются прогнозы стоимости этих объектов задолго до того, как будут созданы детальные чертежи и технологии их производства и будет доступна подробная информация для непосредственного перевода фактических производственных параметров в себестоимость.

Создаются ECERs с помощью статистического анализа, который тщательно учитывает такие факторы, как тип корабля, его сложность и основные характеристики - водоизмещение, скорость, индивидуальные веса систем. Этим характеристикам и параметрам разбиения при статистическом анализе ставятся в соответствие значения стоимости. На этой основе создаются регрессионные уравнения – эмпирические соотношения для оценки затрат, т.е. – ECERs, которые позволяют выполнить прогнозы стоимости строительства и эксплуатации нового корабля на основе предыдущего опыта строительства и эксплуатации кораблей того же типа.

3. Технологии определения сроков строительства кораблей и судов

В основу оценки сроков проектирования и постройки кораблей и судов также полагается статистический метод анализа данных производственных планов (графиков) и реальных производственных процессов постройки кораблей и судов, с помощью которого выстраиваются временные регрессионные зависимости производственных циклов проектирования и составляющих строительства.

4. Примеры расширенной структуры разбиения корабля на части (ESWBS), построения эмпирических соотношений для оценки затрат (ECERs) и временных регрессионных зависимостей процессов проектирования и постройки кораблей и судов

Таблица 2 – Эмпирические соотношения для оценки затрат и нормы выработки верфи при постройке фрегата водоизмещением 6000 т (полное-full) [6]

ESWBS		Эмпирические соотношения M/Dfull	Эмпирические соотношения норм выработки	ECERs материалов
Наименование	Группа	Масса группы Dпорожнем	Чел-час на тонну группы	$ за тонну группы
Конструкции	*100*	0.30	**203**	1 507
Пропульсивная установка	*200*	0.09	**258**	95 166
Электрическая установка	*300*	0.05	**657**	19 350
Управление и наблюдение	*400*	0.04	**1 627**	429
Вспомогательные системы	*500*	0.10	**1 174**	76 051
Оборудование и фурнитура	*600*	0.08	**705**	51 104
Вооружение	*700*	0.03	**1 222**	-
Техническая поддержка	*800*	**10.0%**	**57**	59
Работы верфи	*900*	**25.0%**	**143**	2 237

Пример построенных регрессионных зависимостей по разбиению массы кораблей ВМФ на составляющие, нормировке трудозатрат и стоимости материалов приведен в табл. 2.

Для формирования зависимостей, определяющих сроки проектирования, подготовки производства и постройки кораблей ВМФ на среднестатистической верфи имеет место структура соотношений, приведенная на рис. 1.

5. Программный комплекс определения стоимости и сроков проектирования и постройки кораблей и судов

Получаемые в результате статистического анализа регрессионные зависимости стоимости и сроков проектирования и постройки кораблей и судов являются относительно простыми. Для своей наглядной реализации они не требуют составления сложных программ и применения сложной вычислительной техники. Для этих целей достаточно использования электронных таблиц в форме, предложенной ассоциацией SPAR [6].

Примеры таких таблиц определения стоимости и сроков проектирования и постройки кораблей и судов на не разоренных украинских верфях при существующем уровне оплаты труда работающих представлены на рис. 2 (корвет для Украины) и 3 (научно-исследовательское судно для Украины).

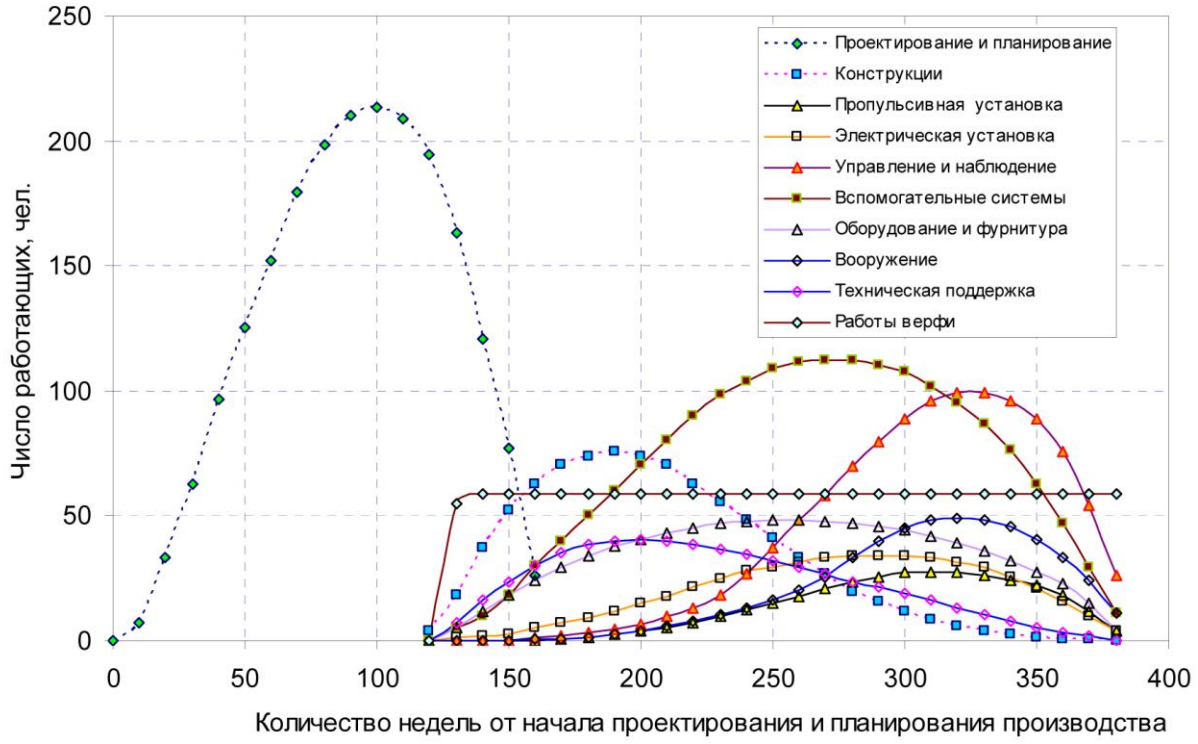


Рисунок 1 – Соотношения потребности рабочей силы на этапах проектирования, подготовки производства, строительства, спуска и сдаточных испытаний корабля [6]

Выводы. Представленный параметрический метод определения стоимости и сроков проектирования и постройки кораблей и судов является в настоящее время наиболее совершенным методом оценивания и прогнозирования этих величин. Допуская свою корректировку по так называемым свежим историческим данным в привязке к стране, в которой находится судостроительное производство, и к текущим условиям существования производства метод обеспечивает надежность таких оценок и прогноза.

Применение метода не ограничивается использованием в исследовательском проектировании кораблей и судов. Одним из основных его назначений является также использование в судостроительном производстве на этапах совершенствования производства и заключения контрактов на строительство кораблей и судов.

ОДНОКОРПУСНОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОАВАТЕЛЬСКОЕ СУДНО ПОВЫШЕННОЙ МОРЕХОДНОСТИ

(Версия ECERs: Апрель 2017)

| | | |

КОРВЕТ

(Версия ECERs: Апрель 2017)

| | | |

Список литературы

1.Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и М38 др. — М.: Машиностроение; СПб.: Политехника. Расчет и конструирование машин. Раздел IV. Корабли и суда. Т. 1У-20. Общая методология и теория кораблестроения. Кн. 1 / В. Т. Томашевский, В. М. Пашин, И. Г. Захаров и др; Под ред. В. Т. Томашевского, В. М. Пашина. — СПб.: Политехника, 2003. — 744 с.: ил.

2. **Ennis K.J., Dougherty J.J., Lamb T., Greenwell C.R., Zimmermann R.** Product-Oriented Design and Construction Cost Model. – SNAME, Ship Production Symposium, New Orleans, Louisiana, April 21-23, 1997. – 17 p.

3. **Нєкрасов В. О.** Концепція комплексного оцінювання ефективності та надійності кораблів берегової охорони / В. О. Нєкрасов, О. В. Бондаренко // Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. В 2 книгах. К 1.: монографія / В. О. Нєкрасов, О. В. Бондаренко. – Одесса, КУПРИЕНКО СВ. 2016.

4. Work Breakdown Structures for Defense Material Items. Handbook. – USA, Department of Defence, MIL-HDBK-881A, 30 July 2005. – 128 p.

5. Classification for Weight Groups for Surface Ships. – UK, Ministry of Defense, UK Defense Standard 02-163, Issue 2, Publication Date: 19, March 2010. –127 p.

6. **Deschamps L., Greenwell C.** Integrating Cost Estimating with the Ship Design Process. – USA, SPAR Associates, Inc., 2009. – 24 p.

УДК 629.5.01

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭСКОРТНЫХ БУКСИРОВ

Некрасов В.А., Бондаренко А.В., Ястреба А.П.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Введение. Основными функциональными операциями эскортных буксиров являются операции сопровождения специализированных судов (танкеров, химовозов, газовозов и др.) при их движении с относительно малыми скоростями в прибрежных и припортовых водах в условиях ветра и волнения с целью предотвращения посадки судов на мель и других происшествий, связанных с потерей судами управляемости при малых скоростях хода и последующим загрязнением окружающей среды в результате аварий, происходящих на этой основе (см. рис. 1).

Рисунок 1 - Основная функциональная операция эскортного буксира

При выполнении эскортных операций варьируются не только погодные условия, значительные изменения претерпевает водоизмещение посещающих морской порт судов. Это обстоятельство отражается на требуемой величине управляющего воздействия и, как следствие, - на размерах и тяговых характеристиках буксиров сопровождения.

В связи с этим целью данной работы является построение метода исследовательского проектирования эскортных буксиров, в результате применения которого для определенной группы водоизмещений посещающих морской порт судов ставился бы в соответствие буксир определенных габаритов и достаточной мощности, обеспечивающий с вероятностью, близкой к единице, эскортное обслуживание этой группы судов в географических параметрах подходов к порту, во всесезонных погодных условиях функционирования порта и при минимальных вложения средств в его проектирование и строительство.

Решение такой проблемы в существующих источниках отсутствует.

1.Формулировка оптимизационной задачи выбора главных размерений эскортных буксиров

При постановке задачи исследовательского проектирования эскортного буксира используется комплексный метод исследования операций функционирования подвижных морских объектов, оценки эффективности функционирования по критериям продуктивности и надежности и синтеза оптимальных проектных решений [2,6].

Формирование задачи синтеза оптимального проектного решения эскортного буксира приведено в работе [1]. Оно основывается на исследовании основной функциональной операции эскортного буксира с использованием метода определения сил, действующих на буксир в режимах эскортных операций, изложенного в [3}.

Схема действующих на буксир сил в режимах стационарных эскортных операций показана на рис.1. Соответствующими нелинейными уравнениями движения являются уравнения, представленные формулами (1).

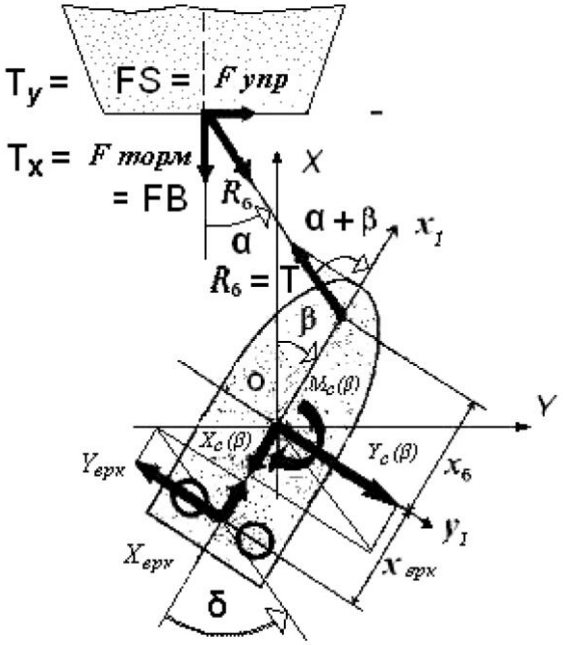


Рисунок 2 – Схема сил при сопровождении судна эскортным буксиром

$$\begin{aligned} &T\cos(\beta+\alpha)+X_c(\beta)+X_{врк}(\beta-\delta)=0;\\ &-T\sin(\beta+\alpha)+Y_c(\beta)+Y_{врк}(\beta-\delta)=0;\\ &-T\sin(\beta+\alpha)\,x_H+M_c(\beta)+Y_{врк}(\beta-\delta)\,x_{врк}=0. \end{aligned} \quad (1)$$

При формулировке задачи исследовательского проектирования эскортного буксира используется комплексный метод исследования операций функционирования подвижных морских объектов, оценки эффективности функционирования по критериям продуктивности и надежности и синтеза оптимальных проектных решений [2,4].

Для судов служебного использования, к которым относятся эскортные буксиры, в качестве критерия эффективности функционирования используется критерий типа «стоимость –эффективность» в виде [2]:

$$ЦФ_2=\frac{\sum_{j=1}^{J}C_j}{\prod_{k=1}^{K}P_k}, \quad (2)$$

где числитель определяет общие затраты на создание и эксплуатацию буксира, а знаменатель – вероятность выполнения буксиром совокупности K своих основных функциональных операций.

При использовании выражения (2) в качестве целевой функции задача поиска оптимального проектного решения для эскортного буксира формулируется следующим образом [2]:

Найти: $ЦФ\{U,x\} => extr$ (3)

при: $En\ (x) \geq 0, \quad n = 1,2,3;$ (4)

$Fk\ (x) \geq [Fk], \quad k = 1,2,\ldots,K;$ (5)

$PCl[Pt] \leq [PCl], \quad l = 1,2,\ldots,L;$ (6)

$x \leq xq, \quad q = 1,2,\ldots,Q,$ (7)

где *En* (x) ≥ 0 – ограничения, обеспечивающие необходимый уровень эффективности буксира (ограничения плавучести, вместимости, ходкости и т.д.);

Fk (x) ≥ [Fk] – ограничения надежности - показатели безотказного выполнения функциональных операций, связанных с реализацией таких мореходных качеств как остойчивость, непотопляемость, прочность, управляемость и мореходность буксира;

[Fk] – нормативные значения этих показателей, которые регламентируются классификационными обществами и стандартами;

PCl[*Pt*] ≤ [*PCl*] – функциональные ограничения финансовых средств на обеспечение проектирования, постройки и эксплуатации буксира, а также компенсации наносимого им ущерба;

[*PCl*] – предельные значения этих средств;

U – вектор географических и климатических параметров внешней среды и условий технического задания.

x – вектор независимых переменных (главных элементов буксира);

x*q* – вектор ограничений на независимые переменные.

Для эскортных буксиров к нормативным показателям, которые определяются требованиями классификационных обществ, относится требование обеспечения управляющей силы при маневрах типа Zig-Zag в зависимости от дедвейта сопровождаемых судов. В графическом виде это требование представлено рис. 3.

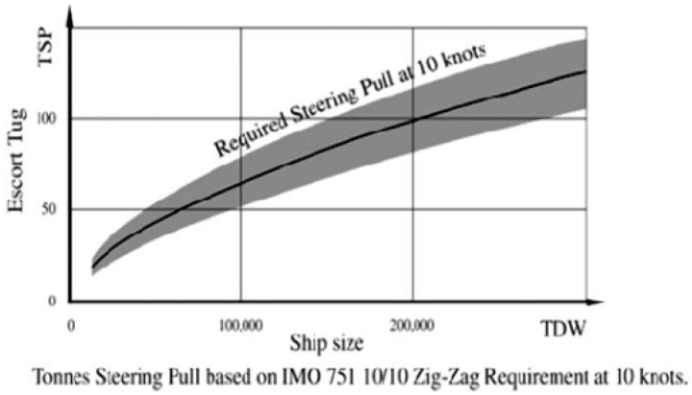


Рисунок 3 – Требования ИМО к управляющей силе эскортного буксира при сопровождении танкеров различного дедвейта

2. Разработка программного комплекса решения оптимизационной задачи

Для решения оптимизационной задачи составлена программа на языке Visual Pascal, интерфейс которой представлен рис. 4-7.

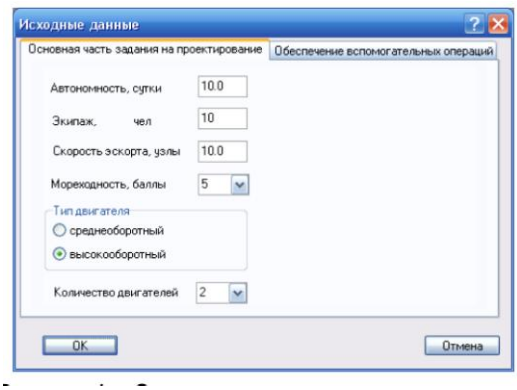


Рисунок 4 – Окно задания на проектирование

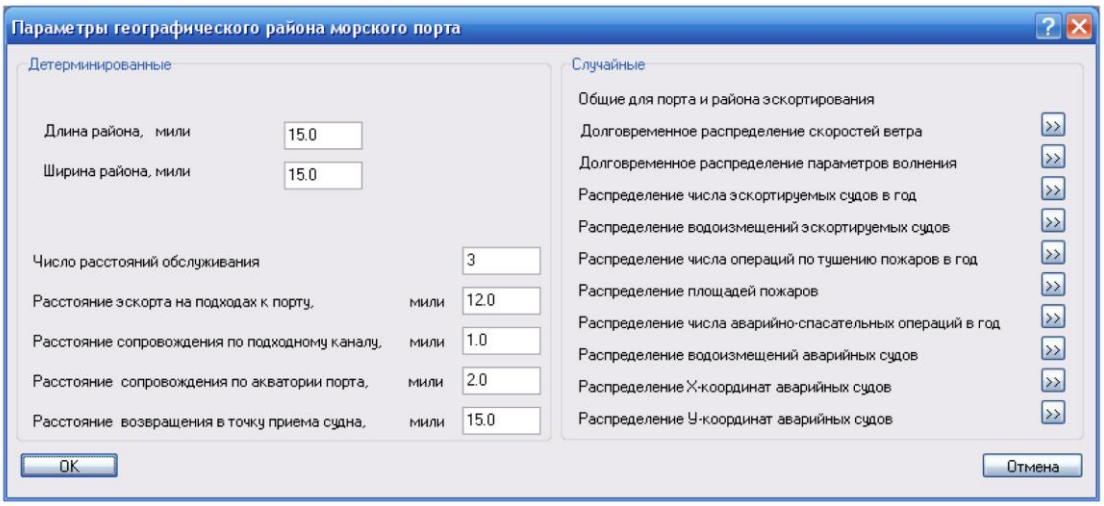


Рисунок 5 – Окно географических и климатических условий морского порта, его загрузки эскортными операциями и аварийными инцидентами

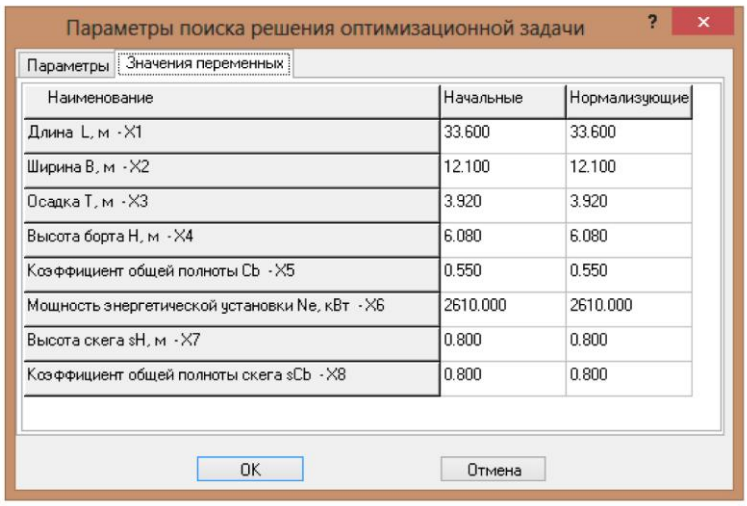


Рисунок 6 – Окно управления решением оптимизационной задачи

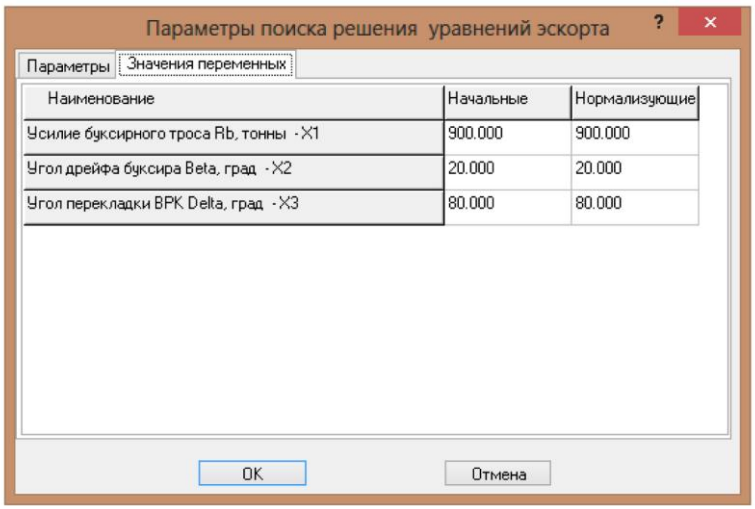


Рисунок 7 – Окно управления решением уравнений движения буксира

Проблема поиска оптимального проектного решения эскортного буксира, как подвижного морского объекта осуществляется программой в соответствии со схемой, представленной на рис. 8.

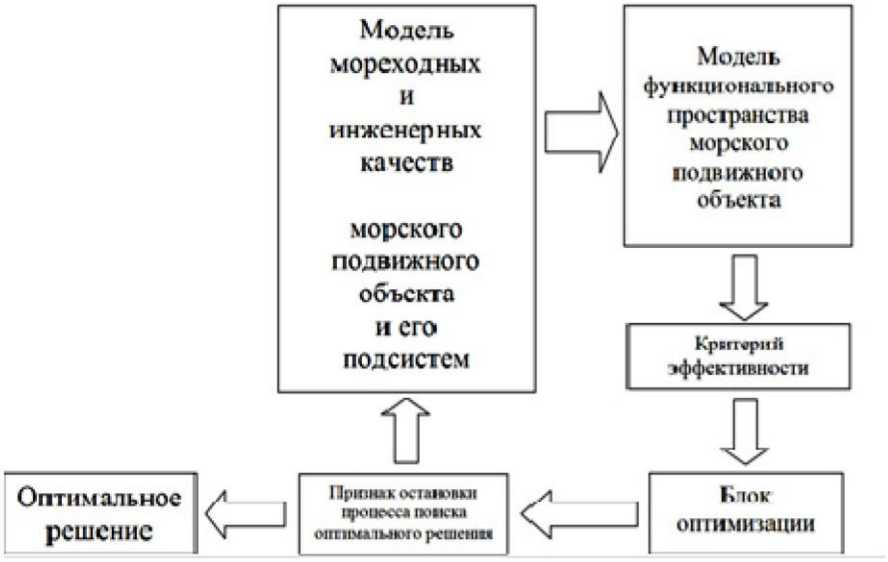


Рисунок 8 – Блок схема поиска оптимального решения задачи оптимального синтеза эскортного буксира для условий его эксплуатации

В соответствии с этой схемой в процессе поиска оптимального проектного решения эскортный буксир претерпевает ряд «погружений» на время своей жизни в заданную географией морского порта, его погодными условиями и рассматриваемым потоком обслуживаемых судов среду обитания. При каждом «погружении» с помощью имитационного моделирования реализуются основные операции функционирования буксира и по критериям эффективности и надежности определяются уровни его адаптации к среде обитания, т.е. уровни эффективности выполнения основной совокупности функциональных операций. В блоке оптимизации осуществляется сравнение эффективности вариантов проектных решений, рассмотренных при «погружениях», и выбирается кратчайшее направление движения к основной цели оптимизации – буксиру наибольшей эффективности и надежности. Процесс поиска проектного решения завершается после выполнения критерия оптимизации – нахождения экстремального значения показателей эффективности и надежности. При этом каждый этап поиска представляется преобразованием вероятностных характеристик случайных величин, отражающих стохастичность природы цен на комплектующие при строительстве буксира, на составляющие его операционных расходов, изменчивость погодных факторов эксплуатации, стохастичность потока обслуживаемых судов, вариативный характер нормативных требований (рис. 3) и тому подобное, в вероятностные характеристики исхода операций – характеристики расходов на проектирование, постройку и эксплуатацию, и т.д., наконец, – в значения вероятности выполнения функциональных операций, фигурирующих в показателе эффективности (2). Предполагается, что при переходах рассматриваемых случайных величин к различным своим значениям, разделенным временными интервалами постройки и эксплуатации, эти значения образуются соответствующими сечениями непрерывных марковских процессов.

3. Пример исследовательского проектирования эскортного буксира

В качестве морского порта выбран порт Южный, акватория которого отделена от моря подходным каналом. Погодные условия порта определены существующей долговременной статистикой ветро-волновых режимов, эскортная нагрузка – по статистическим данным потоков судов разных типов за три года функционирования порта.

Целью исследовательского проектирования явилось определение оптимальных главных размерений эскортного буксира для сопровождения потока перевозящих опасные грузы судов с водоизмещением 90 000 – 120 000 тонн.

Задание на проектирование	
Длина района обслуживания, мили	15
Ширина района обслуживания, мили	15
Автономность плавания, сутки	10
Экипаж, чел	10
Мореходность, баллы	5
Тип энергетической установки: Дизель	высокооборотный
Количество двигателей .	2

Количество водяных лафетных стволов	2
Расход воды через пожарные стволы, л/с	1000
Количество пенных лафетных стволов	2
Расход пены через пожарные стволы, л/с	1000
Скорость эскортирования, узлы	10

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭСКОРТНОГО БУКСИРА:

Длина эскортного буксира (ЭБ) L, м .	31.63
Ширина B, м	10.07
Осадка T, м	4.01
Высота борта H, м .	5.85
Коэффициент общей полноты	0.505
Коэффициент полноты мидель-шпангоута	0.853
Коэффициент полноты ватерлинии	0.915
Объемное водоизмещение, м^3 .	644.54
Марка главного двигателя	3516
Максимальная мощность двигателя, кВт	1201
Максимальная скорость, уз	11.94
Скорость эскортирования, уз	10.00
Тяга на швартовах, т	43.49
Тяга при скорости эскортирования, т	20.23
Тяга при скорости полного хода, т	15.07
Масса корпуса, т	292.47
Масса судовых устройств, т	53.51
Масса судовых систем, т	15.86
Масса энергетической установки, т	59.46
Масса электроэнергетической систы, управления и связи, т	11.89
Масса специального оборудования, т	65.40
Масса постоянных жидких грузов, т	5.29
Водоизмещение порожнем, т	549.33
Масса экипажа, провизии, т	1.55
Масса судовых запасов пресной воды, т	25.00
Масса судовых запасов топлива и масла, т	90.78
Дедвейт, т	117.99
Водоизмещение полное, т	667.32
Аппликата ЦТ судна, м	3.499
Аппликата ЦВ судна, м	2.603
Поперечный метацентрический радиус, м	3.970
Начальная метацентрическая высота, м	3.074
Максимальное плечо Диаграммы статической остойчивости (ДСО), м	0.99
Угол, соответствующий максимальному плечу ДСО, град	32.00
Угол заката ДСО, град	121.00
Критерий остойчивости	1.49
Период бортовых колебаний, с	4.31
Средняя длина скега, м	18.66
Ширина скега, м	0.67
Высота скега, м	0.75
Абсцисса центра величины скега, м	4.27
Коэффициент общей полноты скега .	0.780

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БУКСИРА:

Среднее время заказываемых портом эскортных рейсов, сутки	0.18
Средняя продолжительность реализованных рейсов, сутки .	0.20
Потребное среднее значение управляющей силы для выбранного потока судов, посещающих морской порт, тонны	56.9
Значение максимальной управляющей силы буксира, тонны	69.9
Соответствующее тормозное усилие, тонны	-69.9
Угол буксирного троса, соответствующий максимуму силы	45.0
Вероятность реализации эскорта по погодным условиям порта	0.987
Вероятность реализации эскорта по управляющей силе буксира	0.998

Вероятность эскорта судов, посещающих морской порт	0.985
Вероятность прибытия ЭБ на место аварии	0.989
Вероятность прибытия ЭБ на место пожара на аварийном судне (АС)	0.929
Вероятность снятия буксиром АС с мели .	0.093
Вероятность буксировки АС в базу	0.343
Вероятность водотушения буксиром пожара на АС	0.329
Вероятность пенотушения буксиром пожара на АС	1.000
Вероятность водопенотушения буксиром пожара на АС .	0.496
Вероятность выполнения вспомогательных операций	0.255
Себестоимость суточного содержания ЭБ, $/сутки	3384.9
Минимальный тайм-чартерный эквивалент при фрахте ЭБ, $/сутки	5412.6
Стоимость проектирования и постройки ЭБ, млн.$.	5.77
Стоимость жизненного периода ЭБ, млн.$	45.67
Показатель эффективности жизненного периода ЭБ, млн.$	46.35

Близкий к полученному в результате проведенного исследования эскортный буксир может быть выбран из совокупности проектных решений генерального конструктора компании TransShip Е.Д. Демидова. Он же может быть построен на верфях этой компании.

Выводы. К достижениям в области теории проектирования следует отнести реализованную впервые **р**азработку метода исследовательского проектирования эскортных буксиров. К элементам принципиальной новизны метода в структурах традиционной формулировки и решении задачи синтеза подобных объектов (судов) относятся формулировка и решение задачи функционирования эскортного буксира. Новой также является разработка способа совместного решения оптимизационной задачи с решением нелинейной системы уравнений функционирования буксира, учету стохастичности требований классификационных обществ к необходимым величинам управляющих сил. В области практического использования метода – достаточно подробное отражение экономических показателей функционирования буксира - может послужить объединяющим фактором во взаимоотношениях науки с проектантами буксиров и подразделениями их эксплуатации.

Список использованной литературы

1. **Некрасов В.А.., Ястреба А.П.** Формулировка оптимизационной задачи выбора главных размерений эскортного буксира/ Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд_Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю. Матеріали конференції.м. Миколаїв, 20-22 травня 2015 р. – Миколаїв. НУК, 2015.- С. – 46-47.

2. **Некрасов В.А.** Стохастическая теория проектирования судов [Текст]/ В. А. Некрасов // Перша міжнародна науково-технічна конференція присвячена 90-річчю національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова „Інновації в суднобудуванні та океанотехніці”. – м. Миколаїв, 15–17 вересня 2010 р. – Миколаїв: НУК, 2010. – С. 11–13.

3. **Поздеев, В.А.** Метод определения сил, действующих на буксир в режимах эскортных операций [Текст] / В.А. Некрасов, В.А. Поздеев, А.П. Ястреба // Збірник наукових праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2010. - № 6.-С.47-55.

4. **Нєкрасов В. О.** Концепція комплексного оцінювання ефективності та надійності кораблів берегової охорони / В. О. Нєкрасов, О. В. Бондаренко // Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. В 2 книгах. К 1.: монографія / В. О. Нєкрасов, О. В. Бондаренко. – Одесса, 2016. – КУПРИЕНКО С.В. – С. 99–122.

УДК 629.5.015.4:539.431

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ СУДНОКОРПУСНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Л.І. Коростильов, *д. т. н., проф.**, Д.Ю. Литвиненко**, пров. інж.,*
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Експериментально-теоретичний метод розрахунку втомної міцності розроблено на кафедрі будівельної механіки корабля Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова. Вихідним об'єктом в методі виступає не вузол в цілому, а присутні у ньому окремі осередки концентрації напружень, найбільш слабким з яких визначається втомна міцність вузла, та, відповідно, всієї конструкції. Крива втоми типового концентратора, побудована за даним методом, яка представлена на рис. 1, складається із трьох ділянок. Вона будується на базі критеріальних залежностей втоми матеріалу з використанням експериментальних даних випробувань на втому натурних або напівнатурних моделей при заданому рівні номінальних напружень [1].

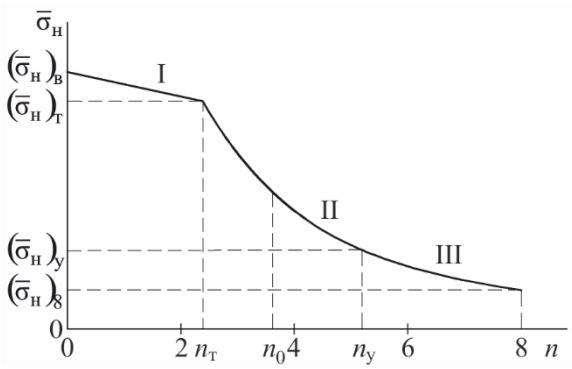


Рисунок 1 – Крива втоми типового концентратора відповідно до експериментально-теоретичного методу

На практиці можуть виникнути наступні три задачі, пов'язані із втомною міцністю суднокорпусних вузлів:

1) задача оцінки втомної міцності вузла при відомих параметрах зовнішнього навантаження, характеристиках матеріалу та його геометрії;
2) задача визначення геометрії вузла при заданих параметрах зовнішнього навантаження, характеристиках матеріалу та показниках втомної міцності вузла;
3) визначення максимально допустимого параметру зовнішнього навантаження при відомих геометрії вузла, характеристиках матеріалу та показниках його втомної міцності.

В роботах, присвячених розробці базового варіанту експериментально-теоретичного методу представлені схеми розв'язку вказаних вище задач для випадку навантаження незмінної амплітуди. Для розв'язку перелічених задач необхідно також володіти практичними методиками визначення теоретичного коефіцієнта концентрації у вузлах, враховуючи місцеві геометричних параметри зварних швів та випадковий характер даних параметрів. Результати розробки такої методики представлені в публікаціях [2], [3]. В роботі [2] наведені значення радіусів та кутів нахилу профілю шва у місцях переходу від основного металу до металу шва для зварних швів різних типів та способів виготовлення. В роботі [3] представлена спрощена методика визначення коефіцієнта концентрації напружень для зварних вузлів як результату множення коефіцієнтів концентрації, обумовлених загальною геометрією вузла та наявністю зварного шва.

Статична складова зовнішнього навантаження може бути врахована в базовому варіанті експериментально-теоретичного методу при побудові кривої втоми в багатоцикловій області (ділянка III на рис. 1). Доцільність врахування незмінної складової навантаження при побудові малоциклової ділянки II кривої втоми була досліджена в публікації [4] на прикладі вузла перетину поясків рівновисоких балок. В даній роботі з використанням різних деформаційних критеріїв втоми матеріалу, які враховують величину середніх напружень циклу, була побудована сукупність модифікованих кривих втоми за експериментально-теоретичним методом. Як показано в публікації [4], модифіковані вказаним чином криві втоми не мали суттєвих переваг в порівнянні із кривою за базовим варіантом методу.

Проблема залишкових напружень при розрахунку суднокорпусних вузлів на втому була також розглянута в роботі [4], де було показано, що залишкові напруження в суднокорпусних конструкціях перерозподіляються вже на етапах спуску судна та при подальших операціях навантаження-розвантаження.

Суднокорпусні конструкції переважно випробовують стохастичне навантаження. Для розрахунків на втому при такому типі навантаження використовують гіпотезу лінійного підсумовування втомних пошкоджень у форматі суми або інтегралу. Процес накопичення втомного пошкодження, однак, є нелінійним. З цієї причини, як вказується в публікації [1], в основних практичних методах розрахунку втомної міцності, що використовуються у зарубіжній практиці, для розрахунків при стохастичному навантаженні застосовуються модифіковані криві втоми. Такі криві наближено враховують вплив на втомну міцність вузлів ефектів, пов'язаних із нерегулярністю зовнішнього навантаження. Подібна модифікація була запропонована для кривих втоми експериментально-теоретичного методу в роботі [5]. Крім того, в даній роботі представлені результати розрахунку втомного пошкодження суднокорпусного вузла за допомогою модифікованого експериментально-теоретичного та інших методів.

Для розв'язку перелічених раніше задач й автоматизації розрахунків розроблена та подана на реєстрацію програма «ETM fatigue», також розроблені практичні методики із розв'язку перелічених раніше задач втомної міцності суднокорпусних вузлів. Головне вікно програми представлено на рис. 2.

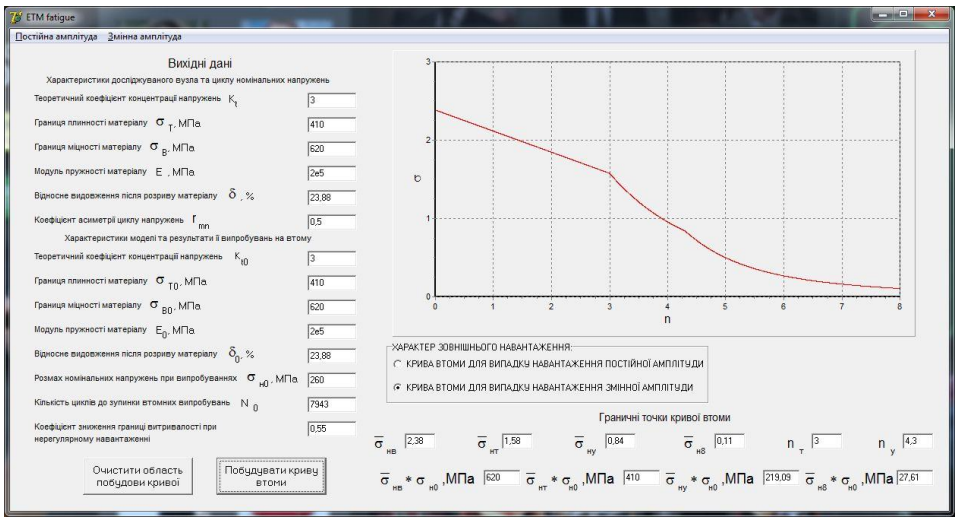


Рисунок 2 – Головне вікно програми «ETM fatigue»

Висновки. В результаті проведеного удосконалення експериментально-теоретичного методу розрахунку втомної міцності суднокорпусних вузлів були отримані наступні результати. 1. Розроблена схема спрощеного визначення коефіцієнтів концентрації напружень для зварних вузлів. 2. Встановлено, що залишкові напруження у суднокорпусних вузлах можна наближено вважати релаксованими. 3. На прикладі суднокорпусного вузла показано, що криві втоми експериментально-теоретичного методу, побудовані з врахуванням середніх напружень на малоцикловій ділянці II, не мали переваг перед кривими, побудованими відповідно до базового варіанту методу, в порівнянні з експериментальними даними циклічних випробувань. 4. Отримані модифіковані криві втоми експериментально-теоретичного методу для розрахунку на втому суднокорпусних вузлів, що випробовують дію нерегулярного навантаження, з використанням гіпотези лінійного підсумовування втомних пошкоджень. Результати, визначені за допомого даних кривих, узгоджуються з розрахунками відповідно до основних практичних методів, що використовуються у зарубіжній практиці. 5. На базі експериментально-теоретичного методу та перелічених удосконалень розроблені практичні методики із розв'язку задач, пов'язаних із втомною міцністю суднокорпусних вузлів. Для автоматизації розрахунків розроблена та подана на реєстрацію програма «ETM fatigue».

Список використаних джерел

1. **Коростылев, Л.И.** Анализ и классификация методов оценки усталостной прочности сварных тонкостенных конструкций корпуса судна [Текст] / Л.И. Коростылев, Д.Ю. Литвиненко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – № 3 (37). – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2016. – С. 104-118.
2. **Коростылев, Л.И.** Оценка коэффициента концентрации напряжений в сварных узлах тонкостенных конструкций расчетом макро- и микроконцентрации [Текст] / Л.И. Коростылев, Д.Ю. Литвиненко // Науковий вісник ХДМА. – Херсон, 2015. – №2 (13). – С. 170-181
3. **Коростылёв, Л.И.** Анализ микрогеометрических параметров стыковых и угловых сварных швов конструктивных узлов [Текст] / Л.И. Коростылёв, Д.Ю. Литвиненко // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв, 2015. – № 2 (458). – С. 28-34

4. **Литвиненко, Д.Ю.** Об учете средних и остаточных сварочных напряжений при построении кривых усталости судокорпусных конструкций согласно экспериментально-теоретическому методу [Текст] / Д.Ю. Литвиненко // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – № 4 (Ноябрь). – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. – С. 19-32. – ISSN 2073-1574
5. **Коростылев, Л.И.** Оценка усталостной прочности судокорпусных узлов экспериментально-теоретическим методом с учетом нерегулярности нагружения [Текст] / Л.И. Коростылев, Д.Ю. Литвиненко // Вісник ОНМУ. – № 1 (50). – Одеса: ОНМУ, 2017. – С. 71-91.

УДК 629.5.01

ОХРАНА МОРСКОГО ПОГРАНИЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Некрасов В.А., Бондаренко А.В.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Введение. Прибрежная полоса шириной 12 миль (территориальное море), прилегающая к ней зона шириной 12 миль и 200-мильная морская (исключительная) экономическая зона, конкретные очертания которых определяются межправительственными соглашениями прибрежных государств образуют морское пограничное пространство, в котором должна обеспечиваться пограничная безопасность государства. Основным назначением служб охраны этого пространства (Береговой охраны) является оказание властных воздействий на субъекты преступной деятельности, обеспечение режима государственной границы в территориальном море, режима в прилежащей зоне и режима в морской экономической зоне.

Для Украины морское пограничное пространство распределяется по установленным метеорологической службой районам Черного моря №1 (Северо-западная часть) и №2 (Северо-восточная часть), а также району Азовского моря – району А, рис. 1 [1].

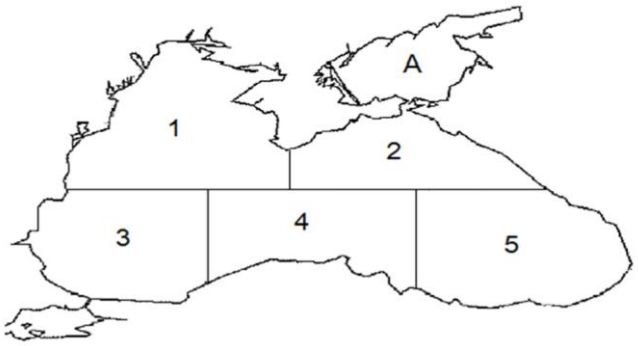


Рисунок 1 – Метеорологические районы Черного (1-2) и Азовского (А) морей, омывающих берега Украины [1]

Значения интенсивностей ветра и волнения в этих районах, определенные долговременными синоптическими наблюдениями, табл. 1.

Таблица 1 – Параметры долговременных (режимных) распределений Скоростей ветра *V*, м/с (Weibull), Интенсивностей волнения $h_{3\%}$, м (Lognorm), Средних периодов волнения *t*, с (BetaGeneral) в районах Черного и Азовского морей, омывающих берега Украины [1]

№	Районы	Ветер		Волнение, высоты		Волнение, средние периоды			
		1	2	1	2	1	2	3	4
1	Район 1,	1.723	7.561	1.352	0.927	2.253	2.774	2.391	8.495
2	Район 2,	2.033	9.524	2.215	1.034	3.492	3.801	1.864	9.465
3	Район А,	2.021	9.518	1.128	0.518	3.088	4.544	1.307	5.503

Общие вопросы организации охраны морского пограничного пространства на основе использования традиционных средств и технологий охраны изложены в работе [2]. При этом к основным средствам охраны отнесены береговые службы наблюдения и корабли береговой охраны – стационарные и подвижные

средства реализации охранных действий. Одним из показателей эффективности такой системы явилась вероятность обнаружения и задержания нарушителей.

В связи с маломощностью существовавших ранее береговых средств наблюдения и корабельных радиолокационных станций такая вероятность определилась результатами применения существовавших технологий охраны – выполнением кораблями береговой охраны двух основных функциональных операций – операции поиска нарушителей путем непрерывного перемещения по площади охраняемого участка и операции их задержания или нейтрализации при обнаружении.

В современном мире произошли существенные изменения, как в природе нарушителей морского пограничного пространства, так и в средствах их обнаружения и нейтрализации.

Очевидно, что:

- с появлением спутниковых систем наблюдения, дальних горизонтных и загоризонтных радиолокационных станций, действие которых перекрывает габариты морского пограничного пространства и которые начинают устанавливаться не только на побережье, но и на кораблях;

- совершенствованием малогабаритного высокоточного ракетного оружия, которое существенно увеличивает дистанцию взаимодействия корабля охраны с судном-нарушителем;

- и изменением природы нарушителя - появлением пиратства и терроризма,

т.е. - с изменением предмета наблюдения, средств его обнаружения и нейтрализации должны произойти и изменения, как в структуре системы охраны морского пограничного пространства, так и в технологии его охраны.

В связи с этим, целью данной работы является определение возможных изменений в структуре системы охраны морского пограничного пространства, технологии использования кораблей береговой охраны и характеристиках этих подвижных средств реализации охранных действий.

1. Современная морская радиолокация и морское оружие

В настоящее время в Украине налажено производство береговых и корабельных радиолокационных станций ближнего и дальнего (загоризонтного) обнаружения и опознавания подвижных надводных морских объектов, которые своим обзором перекрывают не только пространство территориальных вод и прилежащей зоны, но и двухсотмильное пространство морской экономической зоны, рис.2.

Освоено также производство малогабаритного высокоточного ракетного оружия, поставляемого в комплексе с артиллерийским и стрелковым оружием. Пример такого вооружения приведен на рис. 3.

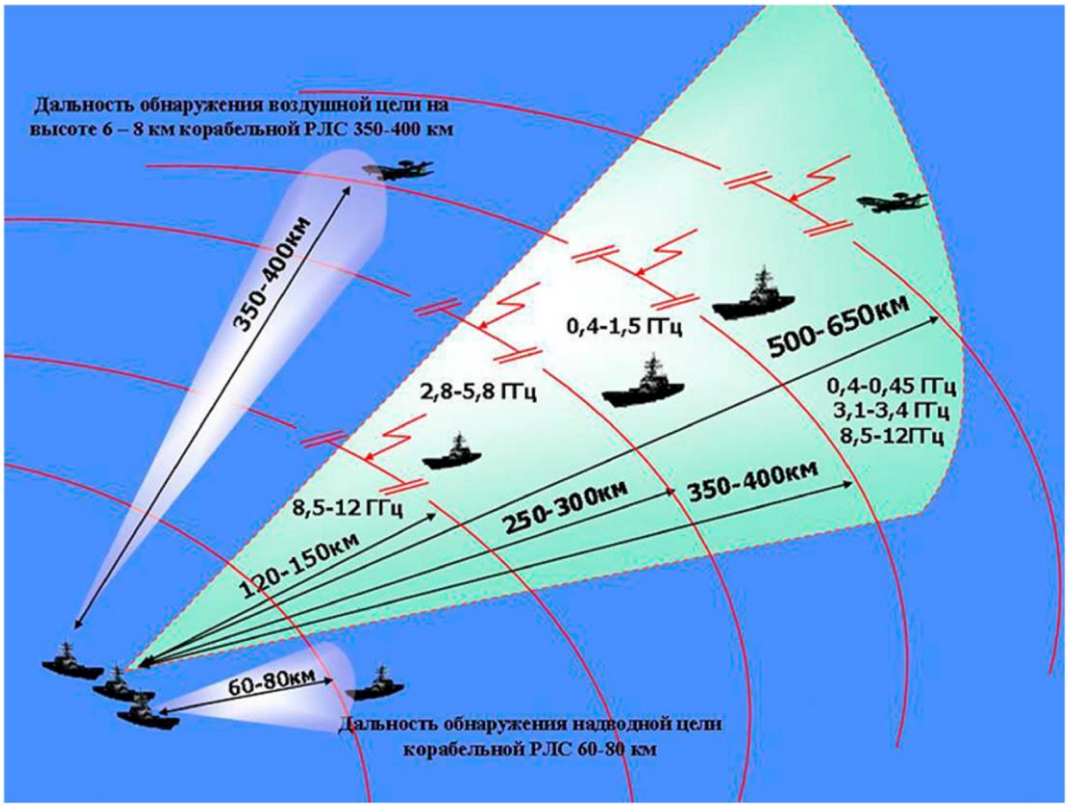


Рисунок 2 – Возможности современных корабельных радиолока-ционных станций и загоризонтных РЛС. **Производство НИИ «Квант-Радиолокация» Украина**

Рисунок 3 – Боевой модуль БМ-5М.01 "Катран-М" стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия на патрульном корабле Bata Экваториальной Гвинеи.
Производство «Николаевский ремонтно-механический завод» Украина

Для выполнения антипиратских и антитеррористических операций современная береговая охрана нуждается в своем усилении такими типами радиолокационного оборудования и вооружения.

2.Совершенствование структуры системы охраны морского пограничного пространства

Усиление охраны морского пограничного пространства может быть выполнено не только за счет оснащения кораблей береговой охраны современным радиолокационным оборудованием и оружием. Немаловажную роль в усилении играет взаимодействие таких эшелонов охраны пограничного пространства, как береговая служба наблюдения, катера охраны территориальных вод и корабли охраны морской экономической зоны. Это взаимодействие определяет структуру системы береговой охраны.

Так как ранее широко используемая операция поиска нарушителей в результате перемещения кораблей по пограничному пространству в такой системе становится неэффективной, она может быть заменена операцией позиционирования, для катеров первого морского эшелона – позиционированием в порту базирования или на внешней границе охраняемого участка, для кораблей второго морского эшелона – позиционированием на внешней границе морской экономической зоны

Это позволяет ввести в рассмотрение морскую двухэшелонную систему организации борьбы с нарушителями морского пограничного пространства, основой которой являются компактные носители средств борьбы, имеющие в связи с существующей сложной международной обстановкой совмещенные функции кораблей береговой охраны и кораблей ВМФ.

Исходя из объема морского пограничного пространства, принадлежащего Украине, для кораблей береговой охраны различного водоизмещения и возможностей могут быть введены в рассмотрение условные зоны ответственности максимальным размером 24×12, 48×24 и 96×48 миль, перекрывающие этот объем при соответствующей расстановке катеров и кораблей (см. рис. 4,5).

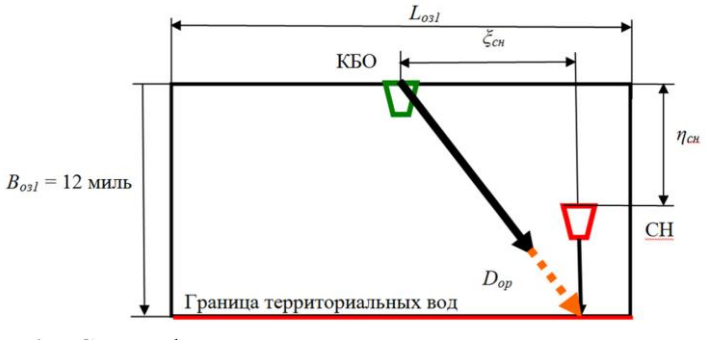


Рисунок 4 – Схема функционирования катера охраны территориальных вод (Преследование нарушителя)

При этом первой зоной ответственности будет являться прибрежная полоса территориальных вод, второй – прилежащая зона, с включением прибрежной полосы территориальных вод, и третьей – морская экономическая зона с включением в эту зону ответственности прилежащую зону и полосу территориальных вод. Линиями, пересечение которых без должных оснований или с преступной целью признается нарушением границ, являются внешняя черта территориальных вод и внешняя граница морской экономической зоны.

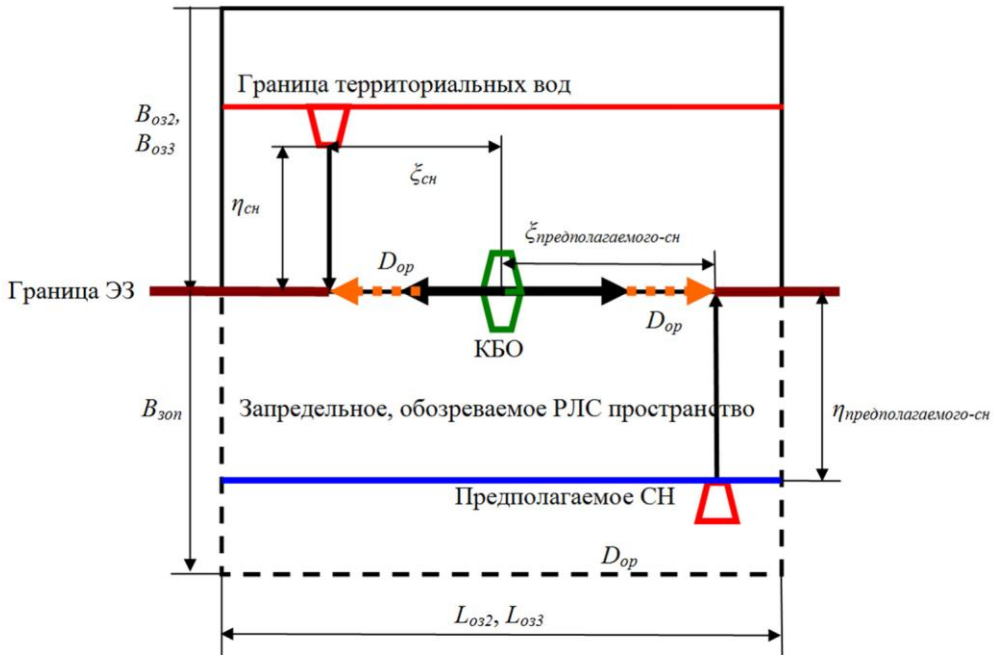


Рисунок 5 – Схема функционирования корабля охраны морской экономической зоны (Блокирование зоны)

Для образованной рис. 4 и 5 системы охраны морского пограничного пространства сформулировано и разрешено по критерию эффективности – вероятности обнаружения и задержания нарушителей в прибрежных водах Украины и в водах ее экономической зоны – два типа задач: анализа и синтеза.

3. Обеспечение необходимой ходкости и мореходности катеров и кораблей береговой охраны Украины

В результате решения задач анализа определились возможности существующих катеров и кораблей береговой охраны Украины, Румынии, Турции и России к выполнению охранных функций в водах и погодных условиях районов Черного и Азовского морей.

Пример решения задач анализа приведен в табл. 2. Здесь рассмотрен корабль береговой охраны с корпусом повышенной мореходности «Exe-Bow», с водоизмещением - 450 т и скоростью хода на тихой воде 33 узла. Нарушителями были суда и корабли длиной 10-60 м со скоростями 12-38 уз.

Таблица 2 –Вероятность задержания судов-нарушителей (блокирования) (Зона ответственности 96×48 миль, корабль на внешней границе зоны)

№	Характеристики задержания	Метеорайоны		
		1ЧМ	**2ЧМ**	**А**
1	Вероятность задержания без применения оружия	0.966	0.980	0.960
2	Вероятность задержания с применением стрелк. оружия	0.970	0.984	0.968
3	Вероятность задержания с применением артиллерии	0.996	1.000	0.999
4	Вероятность задержания с применением ракетного оружия	1.000	1.000	1.000

В результате решения задач синтеза определены оптимальный катер и оптимальный корабль охраны морского пограничного пространства Украины.

Выводы. В результате анализа современных изменений природы нарушения морского пограничного пространства, средств обнаружения нарушителей и их нейтрализации показана необходимость организации двухэшелонной системы береговой охраны, которая одному из эшелонов охраны ставит в соответствие ранг катеров охраны территориальных вод и другому – ранг кораблей охраны специальной

экономической зоны. Обоснование необходимости перехода к такой организационной структуре охраны выполнено на основе формулировки и решения специальных задач анализ и синтеза. В результате решения таких задач, составленных для однокорпусных водоизмещающих катеров и кораблей, предназначенных для охраны морского пограничного пространства Украины, установлены следующие значения их оптимальных проектных характеристик:

– для катера охраны территориальных вод – водоизмещение порядка 50 тонн при скорости хода 45 узлов на тихой воде и повышенной мореходности,

– для корабля охраны морской экономической зоны – водоизмещение порядка 500 тонн при скорости хода 33 узла и повышенной мореходности.

При традиционных размерах охраняемых участков такие средства береговой охраны обеспечивают блокирование охраняемых зон без появления признаков известной проблемы теории операций – просачивания нарушителей по боковым границам охраняемого пространства.

Этими же решениями также обосновывается определяющий для Украины результат – при применении в охране морского пограничного пространства современных средств обнаружения и современного оружия экономически невыгодным становится использование кораблей большого водоизмещения, достаточно введения в строй компактных, быстроходных и мореходных средств реализации охранных действий, совмещающих функции кораблей береговой охраны с функциями кораблей ВМФ.

Катер и корабль оптимальных проектных решений испытаны в опытовом бассейне Национального университета кораблестроения. В этих испытаниях прошли проверку наиболее подходящие по критериям ходкости и мореходности формы корпусов для катера и корабля береговой охраны. Для катеров охраны территориальных вод – это реданный катер со свободно вентилируемым зареданным пространством, рис. 6, для корабля охраны морской экономической зоны – корабль с корпусом типа «Axe-bow», рис. 7.

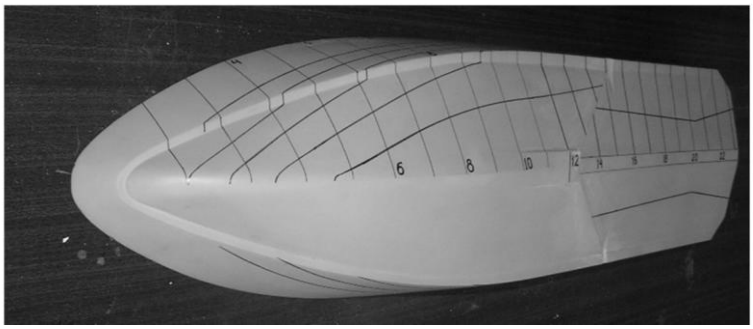


Рисунок 6 – Модель катера со свободно вентилируемым зареданным объемом

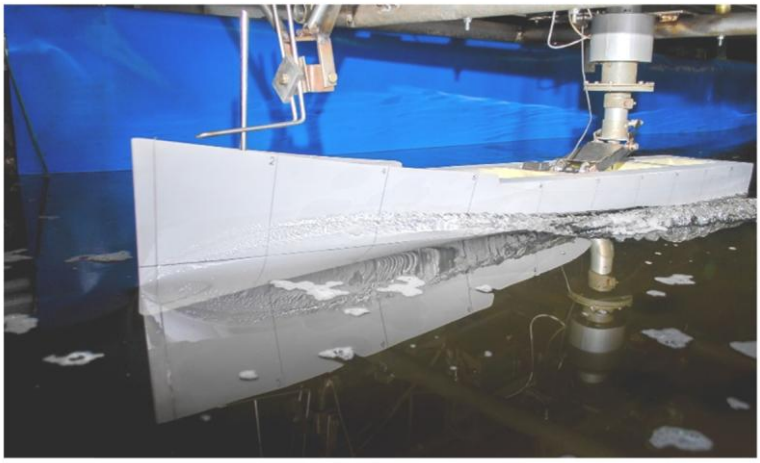


Рисунок 7 – Модель корабля с корпусом типа «Axe-bow» при скорости хода натуры 36 узлов

Список литературы

1. Справочные данные по режиму ветра и волнения Балтийского, Северного, Черного, Азовского и Средиземного морей. – СПб: Российский морской регистр судоходства, 2006. – 450 с.

2. Перспективные тренды развития науки: техника и технологии. В 2-х книгах. К1.: монография / [авт. кол. Львович И.Я., Некрасов В.А., Бондаренко А.В., Преображенский А.П. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016 – 197 с.

УДК 347.791:629.12

СУЧАСНИЙ СТАН ВІТЧИЗНЯНОГО СУДНОБУДУВАННЯ: ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ ЧИНИКИ

Хачатуров Е.Б.
Україна, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Суднобудування, включаючи суднове машино та приладобудування й судноремонт України, як і морська індустрія у цілому є дуже важливою конкурентною перевагою нашої держави. Держави – економічні лідери приділяють особливу увагу розвиткові своїх конкурентних переваг. Стосовно суднобудування яскравим прикладом може служити швидке відновлення суднобудування Японії, після Другої світової війни та стрімке становлення потужного суднобудування у Південній Кореї починаючи із 1960-х р.р. Розвиток конкурентних переваг дозволяє розумним державам отримати значне поліпшення кінцевих соціально-економічних результатів. Тобто, відносно невеликі вкладення у розвиток конкурентних переваг дозволяють отримати кінцевий ефект, котрий значно перевищує витрати. Суднобудування України протягом відносно невеликого періоду часу, протягом 2000 – 2004 р.р., вже працювало в системі спеціального регулювання відносин з державними та місцевими бюджетами [1].

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

Розвиток морегосподарського комплексу залежить від обсягів виробництва суднобудівної галузі, яка є головним постачальником водного транспорту. Як відомо, за останні десять років позиції судноплавних компаній України були зниженні не тільки на міжнародному, а й на внутрішньому ринку. Морський флот, що існує в Україні значно застарів – більшість суден вже не відповідають вимогам міжнародних конвенцій. Більше 92% вантажів, які оброблюються в українських портах, транспортуються іноземними суднами. Вітчизняні верфі в більшості простоюють або працюють на зарубіжного замовника. Складнощі з фінансуванням будівництва суден, зменшення замовлень, падіння виробництва продукції, зумовили істотне зменшення завантаження потужностей і кількості працівників на суднобудівних підприємствах [3].

Зниження обсягів участі українського флоту в перевезеннях зовнішньоторговельних вантажів приводить, крім втрати прибутків, до посилення залежності нашої держави від світового фрахтового ринку і збільшення імпорту транспортних послуг. В Україні до цих пір відсутня, прийнята в багатьох країнах, практика фінансування будівництва суден з розстроченням платежів, у тому числі з використанням системи лізингу. Причиною цього є ризик, через який кредитування суднобудівної галузі ще не набуло значного поширення. Слід зазначити, що суднобудування традиційно є галуззю, яка орієнтована на експорт, оскільки деякі держави внаслідок недостатньо високого рівня економічного розвитку не в змозі створювати власне суднобудування при наявності національного судноплавства та оборонних інтересів [4].

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

Негативним чинником розвитку суднобудування нині є відсутність державного замовлення на будування нових суден. Невикористання вітчизняною системою державного регулювання економіки такого важливого господарсько-правового засобу, як державне замовлення, призводить до втрати низки потенційно можливих чинників розвитку галузі, а саме: 1) збільшення обсягів виробництва і одержання економії на витратах виробництва за рахунок його серійності; 2) стимулювання випуску нової інноваційної продукції; 3) збільшення нових замовлень на інноваційну продукцію (особливо військового та подвійного призначення) з боку іноземних контрагентів в умовах, коли держава сама є замовником такої продукції для власних потреб [7].

Саме тому за останні роки України втратила кілька десятків мільярдів гривень ВВП та тисячі висококваліфікованих фахівців. Також актуальними стають загрози національній безпеці України в сфері морської діяльності [8]. Морська доктрина саме той документ, який визначає стратегію та основні напрями подальшого розвитку України як морської держави та основні заходи щодо просування і захисту національних інтересів України в Світовому океані [9].

На сьогодні для стимулювання галузі застосовується лише відкриття окремих рахунків та оперування з авансовими платежами замовників, які не підлягають безумовному списанню, використовуються тільки на будування суден і не обкладаються податком на прибуток до здавання судна замовнику. Такий стан

державної підтримки галузі не можна назвати перспективним. Сьогодні галузь потребує: по-перше, повернення пільг та гарантій, що існували; по-друге, поширення такого ж правового режиму на судноремонт; по-третє, впровадження нових правових заходів, спрямованих не тільки на пряму підтримку діяльності саме підприємств суднобудівної промисловості, а й на стимулювання діяльності їх контрагентів, суб'єктів інфраструктури суднобудівного та судноремонтного ринку, за допомогою яких підвищувалася б ефективність функціонування галузі. До таких заходів можна віднести механізм ліцензування судноремонтних послуг, впровадження і стимулювання лізингу та факторингу, створення технологічних парків та стимулювання концентрації капіталу в галузі шляхом створення холдингових компаній тощо [10].

Враховуючи, що суднобудівна галузь являє собою багатовекторне виробництво, надає послуги, здійснює зовнішньоекономічну діяльність (ЗЕД), їй необхідне митне супроводження. На сьогодні через відсутність вітчизняного виробництва, суднобудівна галузь потребує введення з інших країн на митну територію України матеріалів, комплектуючих виробів, запасних частин, а потім реалізувати виготовлену продукцію – судна, через кордон. Тому виникають нові митні правовідносини суб'єктів ЗЕД у суднобудуванні, шляхом встановлення державою певного митного режиму, стягненням відповідних митних платежів, митним оформленням, митним контролем та іншими заходами реалізації митної політики. Митна політика відіграє величезне значення для державного регулювання суднобудівної галузі в частині забезпечення виготовлення конкурентоспроможної продукції у ціновому формуванні (при формуванні вартості виготовленої продукції) [11].

Істотним недоліком сучасного господарсько-правового регулювання галузі є також відсутність правового механізму обов'язкового моніторингу стану підприємств і вивчення потреб сучасного морського та річкового флоту в будуванні нових суден та ремонті тих, що використовуються. Такий моніторинг, має стати передумовою стимулювання галузі та дозволить, враховуючи економічні особливості розвитку суднобудування, розробити основи економічної, зокрема галузевої, політики суднобудування [12].

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

Таким чином, сучасні процеси, що відбуваються в світовому господарстві, визначають пріоритетність орієнтації на високотехнологічні, високоінтегровані галузі. Однією з таких галузей є суднобудування, яке Україні як морській державі потрібно відроджувати [4].

Висновки. На підставі наведеного, можливо зробити наступні пропозиції:

- відновити конкурентоздатність водних перевезень в Україні для збереження екології та створення попиту на флот;
- поширити спеціальні митні режими та преференції у фіскальній політиці держави, як на підприємства де суднобудування є основним видом діяльності, так і на інші підприємства, які будують флот або невід'ємні частини від флоту, згідно затвердженої відповідними органами специфікації;
- сучасне кораблебудування дозволить створити потужні ВМС України здатні відбити будь-які загрози держави з морських просторів;
- прийняти та затвердити оновлену морську доктрину України з включенням до неї розвиток суднобудування, на рівні закону;
- створити при КМУ, а саме Укроборонпромі: «Департамент суднобудування та судноремонту».

Список літератури:

1. Суднобудування України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ankor-odessa. com.ua/ articles/ shipbuil ding_ua/
2. Суднобудівна галузь України. Її конкурентоспроможність [Електронний ресурс]. - Режим доступу: www. refine. org. ua/ pageid3 9984.html
3. Рынок судостроения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: shipbuilding.blox.ua /2010/01/Rynoksu dostroeni ya1.html
4. Хачатуров Е. Б. Стан і тенденції розвитку суднобудування: митне супроводження / Е. Б. Хачатуров // Електронне фахове видання Ужгородсь-кого національного університету «Порівняльне право», 2014. - № 4. – С. 142-145.
5. Світова організація торгівлі як організаційно-інституціональне підґрунтя розвитку митно-тарифної системи [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.br.com.ua/referats/Economical_topics/80470-8.html
6. Сучасний стан та перспективи розвитку суднобудування [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ua-referat.com/%D0% A1% D1%83%
7. Асоціація суднобудівників України "Укрсудпром": «Про актуальні питання розвитку суднобудівної промисловості України» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: who-is-who. com.ua /bookmaket/.../9.html

8. Білоусова Н. Суднобудування: операція «перезавантаження» / Н. Білоусова // Газета: «День», 2013(10 січня). – №2.- С.1-2.
9. Чинники та заходи, що впливають на рівень законності в суспільстві [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ua.textreferat.com/ referat-6872-5.html
10. Путилов А. Г. Судостроение Украины: приказано выживать [Електронний ресурс] / А. Г. Путилов. – Режим доступу http://www.ugmk. info/print.php.
11. Ринки суднобудування та розвиток ЗЕД [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/28.html
12. Розвиток системи менеджменту якості на суднобудівному підприємстві [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.experts. in. ua/baza/analitic/index.php?ELEMENT_ID=23447

УДК 65.012:629.58

СУЧАСНІ ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Блінцов В.С., д.т.н., Бабкін Г.В., к.т.н., Блінцов О.В., к.т.н., Буруніна Ж.Ю., к.т.н., Куценко П.С., аспірант
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Зростання потреби у виконання робіт по пошуку, інспекції та моніторингу прибережних зон й акваторій портів вимагає застосування сучасних технічних засобів морської робототехніки (ЗМР). За результатами досліджень у галузі створення ЗМР різного призначення, створення висновок що найбільш ефективними для виконання інспекційних робіт є буксировані підводні системи. Це робить актуальним виведення результатів наукової школи української робототехніки на внутрішній і зовнішній ринки послуг по розробці і створенню конкурентоздатних ЗМР.

Питання розробки нових зразків підводної техніки відносяться до актуальних питань розвитку України як морської держави. Розробка ЗМР утворює окреме прикладне наукове завдання, оскільки такі засоби забезпечують високу продуктивність виконання пошукових, геологорозвідувальних та інших морських операцій цивільного призначення.

Особливу актуальність вказаний напрямок розвитку морської техніки має для ВМС ЗС України, де існує низка задач картографічно-розвідувального, протимінного та пошуково-рятувального характеру на малих (водолазних) глибинах, а їх успішний розв'язок може бути забезпечений створенням і застосуванням сучасних засобів підводної робототехніки.

Постійне зростання вимог до продуктивності і якості підводних пошукових робіт вимагає удосконалення існуючих ЗМР та створення нових зразків такої техніки, які б забезпечували траєкторний рух одиночного підводного апарата (ПА) з високою точністю та давали можливість організації їх групового узгодженого підводного руху.

У доповіді розглянуто сучасний стан розвитку ЗМР у провідних морських країнах світу та описано розробки вітчизняних науковців за цим напрямком, надано математичний опис елементів ЗМР з позицій гідродинаміки і відомості про спеціалізований моделюючий комплекс для дослідження ЗМР в усталених і перехідних режимах експлуатації, розглянуто питання електроживлення ЗМР.

Відомо, що основними сферами застосування ЗМР є участь у наступних морських операціях:

наукові дослідження водних акваторій (гідрофізика, гідрохімія, екологія, археологія тощо);

виробничі та інспекційні роботи на надводних та підводних об'єктах морської інфраструктури;

ведення надводної та підводної розвідки мінеральних ресурсів на акваторіях Азовського і Чорного морів;

пошукові та аварійно-рятувальні роботи на морі;

висвітлення оперативної обстановки на морських акваторіях, включаючи підводну, надводну та повітряну обстановку на визначених акваторіях територіального моря України;

ведення протимінної та протидиверсійної боротьби на морі;

надання допомоги кораблям Морської охорони Держприкордонслужби України.

Виходячи з завдань, які сьогодні стоять перед організаціями України, доцільним є створення наступних видів ЗМР широкого призначення для оперативної діяльності на Азово-Чорноморському басейні:

самохідних автономних підводних апаратів (АПА, в англомовній літературі – Autonomous Underwater Vehicle, AUV) – для наукових досліджень морських акваторій, висвітлення підводної обстановки на захищених акваторіях (морських та річкових водних транспортних шляхах, фарватерах та портах), для оборонних задач;

донних підводних апаратів (ДПА, в англомовній літературі – Bottomed Underwater Vehicle, BUV) – для наукових досліджень морського середовища та для висвітлення підводної обстановки на контрольованих акваторіях;

несамохідні опускні (прив'язні) підводні апарати (ОПА) – для взяття проб води і ґрунту, відеообстеження донної поверхні та підводних об'єктів;

буксированих підводних апаратів і систем (БПС, в англомовній літературі – Towed Underwater Vehicle, TUV) – для обстеження донної поверхні та водної товщі на великих за площею акваторіях з високою продуктивністю, для створення цифрових карт донної поверхні та виявлених на ній підводних об'єктів;

самохідних прив'язних підводних апаратів – для виконання науково-дослідних, інспекційних, пошукових, аварійно-рятувальних, протимінних, протидиверсійних та антитерористичних морських операцій;

малорозмірних безекіпажних надводних суден – для оперативного природоохоронного моніторингу морської обстановки, контролю доступу на захищені акваторії, висвітлення надводної та підводної обстановки та її цифрового картографування, а також для розв'язку оборонних задач;

малорозмірних гібридних (надводно-підводних) суден (МГС, в англомовній літературі – Hybrid Unmanned Surface Vehicles, HSV) – для оперативного висвітлення надводної та підводної обстановки та її цифрового картографування, а також для розв'язку оборонних задач.

Автономні підводні апарати доцільно використовувати для довготривалих дослідницьких і пошукових підводних місій, а також для прихованих складових військово-морських операцій.

Прив'язні підводні апарати і системи доцільно використовувати для високопродуктивного пошуку підводних цілей (БПС – для оперативного виконання обстежень донної поверхні на великих за площею акваторіях, ППА – для допошуку й обстеження підводних об'єктів у реальному часі, виконання технічних робіт під водою за допомогою начіпних інструментів і приладів – маніпуляторів, різаків тощо).

Малорозмірні надводні судна (катери) доцільно використовувати для оперативного висвітлення морської обстановки на власних акваторіях.

Малорозмірні гібридні (надводно-підводні) судна є відносно новим і перспективним видом морської техніки для проведення спецоперацій на захищених акваторіях, технічні вимоги до них наразі розробляються.

Безпілотні літальні апарати (малорозмірні літаки, гелікоптери) доцільно використовувати для ведення повітряного обстеження акваторій і пошукових робіт на морі з застосуванням з приморських баз та з борту суден, які виконують завдання у територіальних водах України.

Розробка наукових основ створення ЗМР, які комплексно вирішують завдання моніторингу підводної, надводної та повітряної обстановки у виключній (морській) економічній зоні, територіальному морі та внутрішніх водах України, утворить теоретичне підґрунтя для інтеграції зусиль вітчизняних науковців та проектувальників на розв'язок завдання створення вітчизняних ЗМР як завдання загальнодержавного значення.

У доповіді розглядаються завдання створення ЗМР для виконання пошукових та інспекційних робіт на малих глибинах. Зокрема, для таких завдань пропонуються АПА з радіобуєм, які не мають кабельного зв'язку з судном забезпечення та реалізують дистанційне ручне та автоматичне керування апаратом по радіоканалу. Інформаційний радіообмін між АПА та постом його керування забезпечує високу оперативність при виконанні робіт природоохоронного та інспекційного характеру.

Представлено низку науково обґрунтованих технічних рішень щодо створення ППА для виконання пошукових, науково-дослідницьких та виробничих підводно-технічних робіт. Розглянуті питання теорії та практики створення нових типів ППА з удосконаленою керованістю, призначених для доставки на морське дно габаритних вантажів та для виконання наукових досліджень. Розглядаються питання розвитку теорії та розробки нових методів автоматичного керування ЗМР як суттєво нелінійними об'єктами у динамічних режимах їх руху.

Наводяться результати впровадження теоретичних досліджень у технічні проекти телекерованих підводних апаратів, виконані за замовленнями підприємств і організацій Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Державного концерну «Укроборонпром», а також у практичну діяльність Військово-Морських Сил ЗС України та Антитерористичного центру при Миколаївській ОДА.

Висновки.

1. Безекіпажні морські системи належать до високоефективних засобів морської техніки і забезпечують перехід до безлюдних технологій в інтересах вітчизняних організацій, які проводять наукову та виробничу діяльність на морі.

2. На цей час в Україні існує науковий, інженерно-конструкторський та виробничий потенціал для розробки і створення вітчизняних засобів безекіпажної морської техніки. Освоєння серійного виробництва такої техніки забезпечить вітчизняні морські організації сучасними інструментами проведення морських досліджень і робіт, підсилить експортний потенціал держави та поставить Україну в один ряд з країнами високих технологій у сфері морської робототехніки.

УДК 621.833

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ СУДОВЫХ АГРЕГАТОВ

Попов А.П., проф., д – р. техн. наук, Савенков О.И. , ассистент
Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

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

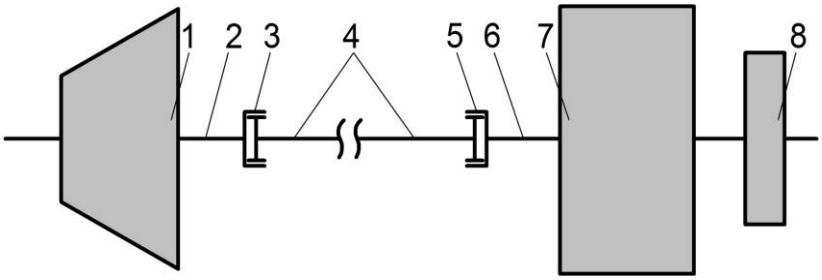


Рис.1. Принципиальная схема ГТЗА: 1 – ГТД; 2 - выходной вал ГТД; 3, 5 - зубчатые муфты; 4 - промежуточный вал; 6 - входной вал зубчатой передачи; 7 – зубчатая передача; 8 - звукоизолирующая муфта

ГТЗА, как следует из рис.1, состоит из газотурбинного двигателя (ГТД) 1 и зубчатой передачи 7, выходные и входные валы которых 2 и 6 соединены друг с другом промежуточным валом 4 при помощи зубчатых муфт 3 и 5, компенсирующих расцентровки осей валов. Для снижения уровня шума предусмотрена звукоизолирующая муфта 8.

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

В связи с вышеизложенным проф. А.П. Поповым была разработана конструкция зубчатой передачи с перекрещивающимися зубьями, характеризуемая высокой нагрузочной способностью, относительно уменьшенными весогабаритными показателями и улучшенными виброакустическими характеристиками [1-3].

А теперь рассмотрим сущность предлагаемого зубчатого зацепления, которое характеризует новизну зубчатой передачи, обратившись к рис.2.

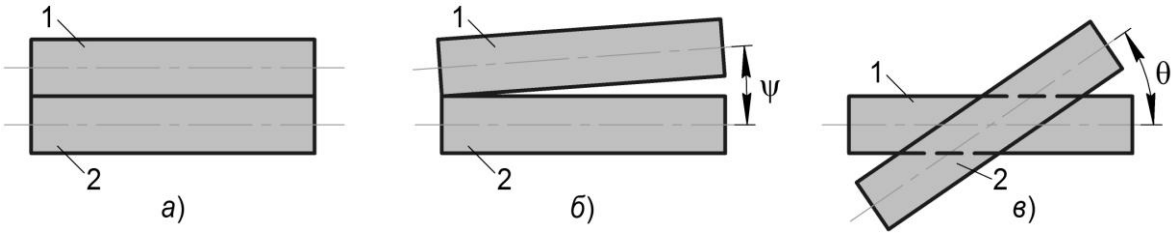


Рис.2. Схематическое расположение цилиндров 1 и 2 относительно друг друга: *а* – цилиндры параллельны друг друга; *б* – цилиндры перекошены относительно друг друга на угол ψ; *в* – цилиндры повернуты относительно друг друга на угол θ

Как известно, при расчётах зубчатых передач на контактную прочность по формуле Герца в качестве расчётной модели контакта выступает контакт двух упруго сжатых цилиндров 1 и 2 (рис.2, *а*). При этом без нагружения цилиндры (зубья) контактирует по линии, длина которой равна длине цилиндра. Кроме того, оси цилиндров параллельны друг другу. Если цилиндры (зубья) перекошены относительно друг друга на угол ψ (рис.2, *б*), наблюдается торцевой контакт, который характеризуется недопустимо высокими величинами контактных напряжений. Оси цилиндров в данном случае являются перекошенными относительно друг друга и они пересекаются. И, наконец, если один из цилиндров (рис.2, *в*) повёрнут относительно другого цилиндра на угол θ, то в этом случае оси цилиндров не пересекаются, а перекрещиваются на указанный угол. В данном случае имеет место точечный контакт цилиндров (зубьев).

В соответствии со сказанным, когда зуб шестерни повёрнут относительно зуба колеса на угол θ таким образом, что оси колёс остаются в одной плоскости, но перекашиваются относительно друг друга на

угол θ, в качестве расчётной примем за основу модель контакта двух упруго сжатых цилиндров с перекрещивающимися осями (рис.2, *в*).

Для получения зацепления с повёрнутыми зубьями обратимся к рис.3.

На рис.3, *а* представлено ведущее зубчатое колесо 1 с повёрнутыми на угол θ зубьями 2. Вращение зубчатого колеса 2 в процессе работы осуществляется вокруг оси 3. Зацепление повёрнутого зуба 2 с неповёрнутым зубом 4 ведомого зубчатого колеса 5 показано на рис.3, *б*.

Применительно к рассматриваемому случаю зацепления зубьев 2 и 4 (рис.3, *б*) боковой зазор между зубьями *c* должен быть равен 0,25*m*, что возможно в том случае, когда высота зубьев $h = 2{,}25m + b_w\theta$. Тогда высота головки зуба будет равна $h_a = m + b_w\theta/2$, а высота ножки – $h_f = 1{,}25(m + b_w\theta/2)$; b_w – длина зубьев.

Решение рассматриваемой контактной задачи выполним на основе положений, заложенных в основу новой теории контактной прочности упруго сжатых тел с начальным точечным либо линейным взаимодействием.

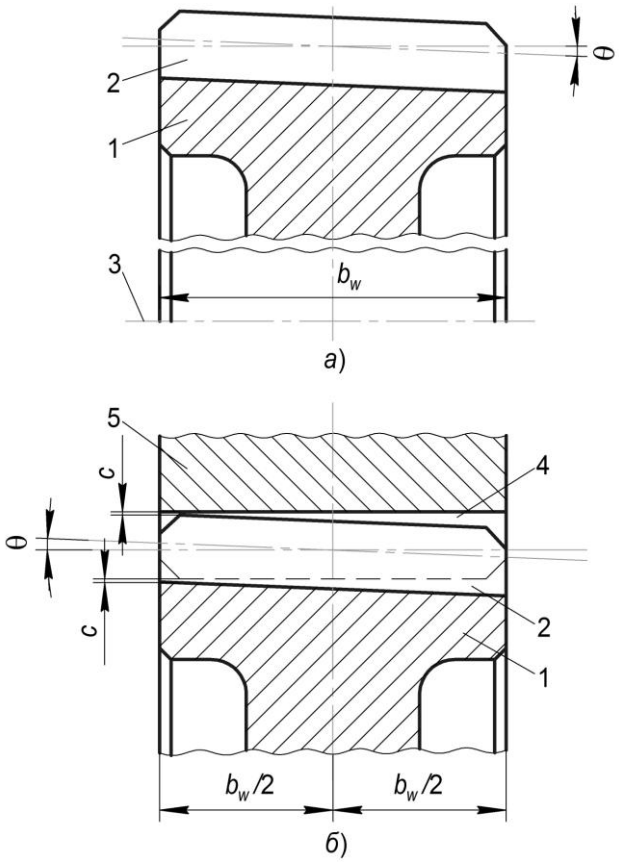


Рис.3. Шестерня 1 с повёрнутыми на угол θ зубьями 2 (*а*) и зацепление повёрнутого зуба 2 шестерни 1 с неповёрнутым зубом 4 колеса 5 (*б*)

Опуская обширные промежуточные решения и выкладки запишем в окончательном виде зависимости при $v_1 = v_2 = v = 0{,}3$ (коэффициенты Пуассона) и $E_1 = E_2 = E$ (модули упругости материалов) выражения малой b_0 и большой $b_к$ полуосей эллиптической площадки контакта, а также максимальных контактных напряжений σ_{max} в следующем виде:

$$b_0 = 1{,}234\sqrt[3]{\frac{\theta\rho_w F_n}{(\theta+v)E}}\ ; (1) \quad b_к = 1{,}234\sqrt[3]{\frac{\rho_w F_n}{\theta^2(\theta+v)E}}\ ; (2) \quad \sigma_{max} = 0{,}339\sqrt[3]{\frac{\theta(\theta+v)^2E^2F_n}{\rho_w^2}}\ , (3)$$

где ρ_w – приведенный радиус кривизны зубьев в полюсе зацепления; F_n – нормальная сила, действующая на сопряжённую пару зубьев.

Приняв в уравнении (2) параметр $b_к = b_w/2$ и разделив левую и правую части данного уравнения на $b_w/2$, получим трансцендентное уравнение для определения угла θ поворота зубьев.

$$\frac{2{,}468}{b_w}\sqrt[3]{\frac{\rho_w F_n}{\theta^2(\theta+v)E}} = 1. \quad (4)$$

Для подтверждения эффективности разработанной зубчатой передачи выполним расчёт зубчатой передачи внешнего зацепления, у которой $z_1 = 44$; $z_2 = 66$; $m = 5$ мм; $\alpha_w = 20°$; $b_w = 150$ мм; $F_n = 4 \cdot 10^4$ Н; $E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа.

По общеизвестным формулам находим $\rho_w = 22{,}573$ мм при $\rho_1 = 37{,}62$ мм и $\rho_2 = 56{,}43$ мм, а по формулам Герца вычисляем $\sigma_H = 666$ МПа и $b_0 = 0{,}255$ мм. Затем, задавшись значениями угла $\theta = (5\ldots15) \cdot 10^{-3}$ рад, определим в результате решения (4) угол $\theta = 7{,}9 \cdot 10^{-3}$ рад.

Исходя из угла $\theta = 7{,}9 \cdot 10^{-3}$ рад, по формулам (1) - (3) найдем $b_0 = 0{,}593$ мм; $b_к = b_w/2 = 75$ мм; $\sigma_{max} = 466{,}3$ МПа. Таким образом, вследствие поворота зубьев относительно друг друга на угол $\theta = 7{,}9 \cdot 10^{-3}$ рад максимальная величина контактных напряжений снизилась в 666/466 = 1,428 раза, в связи с чем нагрузочная способность зацепления по контактным напряжениям возросла в $1{,}428^3 = 2{,}914$ раза. Данный расчёт указывает на очень высокую нагрузочную способность рассматриваемого нового технического решения, которое не имеет аналогов в мировом редукторостроении.

В результате выполненных расчётов, исходя из зацепления традиционных зубчатых передач с линейным зацеплением на 11 редукторных судов на подводных крыльях и на воздушной подушке, предлагаемых зубчатых передач с точечным контактом зубьев установлено, что при замене существующих зубчатых передач рассматриваемыми передачами диаметральные размеры уменьшаются в 1,29…1,45 раза, в связи с чем снижается в 1,36…1,49 раза.

Кроме того, рассматриваемые передачи, в зависимости от n-парности зацепления зубьев характеризуются снижением уровня шума от 16 до 25 децибел.

Таким образом, указанные зубчатые передачи по нагрузочной способности, весогабаритным показателям и виброакустическим характеристикам намного опережают современные зубчатые передачи с плоской линейной системой зацепления эвольвентных зубьев.

Список использованной литературы.

1. **Патент №60989 на корисну модель**. Україна. Трьохвінцева зубчаста передача з похилими зубами шестерні // Попов О.П., Попова Л.О., Савенков О.І. – u201009605; Заявл. 02.08.2010; Опубл. 11.07.2011. Бюл. №13.

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

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

СЕПАРАЦІЙНІ ГРАДІЄНТНІ АЕРОЗОЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

Рижков С.С.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Актуальність проблеми розділення (сепарації) фаз пояснюється зростаючим значенням аерозольних середовищ у процесах перетворення та отримання енергії в енергомашинобудуванні, хімічній і нафтогазовій промисловості та ін. Двофазні газові середовища характеризуються різноманіттям форм руху, обміну енергією і масою. Робочі тіла новітніх газотурбінних двигунів (ГТД), що працюють як за відкритим, так і закритим газовими циклами, по суті є дисперсними двофазними середовищами підвищеного тиску. У газотурбінних установках (ГТУ) утворення двофазних робочих газових середовищ відбувається на початковій стадії робочих процесів безпосередньо в камерах згоряння при диспергуванні палива, а потім і в ході складних ланцюгових реакцій горіння, що супроводжуються виникненням твердого вуглецю та ін.

Створення узагальнених багаторівневих градієнтних сепараційних аерозольних технологій та їх імплементація в інноваційному ресурсозберігаючому й екологічному обладнанні енергетичних установок забезпечено теоретико-експериментальним розв'язанням дослідницьких завдань на єдиній методологічній основі. Розв'язання рівнянь математичних моделей градієнтного перенесення в рівнях очищення сепараторів здійснено за допомогою методу контрольного об'єму з використанням сучасного комплексу обчислювальної гідродинаміки.

На основі створеної технологічної послідовності розроблено базове екологічне й ресурсозберігаюче обладнання, що охоплює широкий інтервал витрат газу, вимог до ступеня очищення й робочих станів дисперсного двофазного газового середовища.

Запропонована модель багаторівневої системи очищення для розробки рекомендацій та побудови пристроїв сепарації дисперсних середовищ для екологічних і економічних енергетичних установок:

- **рівень № 1 (INS) −** Технології інерційної сепарації;
- **рівень № 2 (GTUS) −** Технології градієнтної турбофоретичної сепарації;

- **рівень № 3 (GTFS)** − Технології градієнтної незотермічної сепарації;
- **рівень № 4 (GAFS)** − Технології градієнтної акустикофоретичної сепарації.

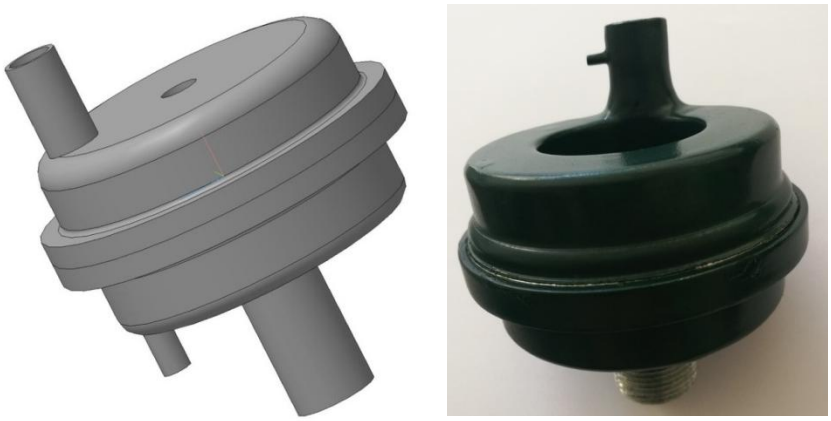
На основі багаторівневого підходу було враховано випадки осадження частинок:

- у каналі при обтіканні потоком різноманітних викривлених поверхонь;
- при обтіканні поверхонь струменем під різними кутами атаки;
- при обтіканні викривлених чи плоских поверхонь системами струменів;
- у каналах при обтіканні багатофункціональних поверхонь із систем тонких циліндрів;
- у каналах при обтіканні тонких пластин з виступами на рівні примежових шарів;
- у каналах при обтіканні поверхонь у відривних зонах;
- у багатофункціональних поверхнях осадження (коагуляційних гофрованих сітках);
- у відривних зонах у примежових шарах;
- на поверхнях каналів та поверхнях осадження за рахунок турбулентної дифузії;
- на поверхнях каналів за наявності перепаду температур між стінками каналу й аерозольним середовищем;
- на поверхнях каналів за наявності перепаду температур між аерозольним середовищем та стінками;
- на охолоджуваних багатофункціональних поверхнях осадження (коагуляторах з гофрованих сіток);
- у вхідних і вихідних ступенях інерційного осадження;
- у каналах з багатофункціональними поверхнями осадження;
- у каналах з однохвильовими поверхнями осадження.

Комбінація різних технологічних рівнів сепарації дозволить побудувати високоефективне сепараційне обладнання енергетичних установок.

Розроблено наступне сепараційне обладнання.

Сепаратори картерних газів двигунів внутрішнього згоряння для витрат газу 2...10 м^3/год і температурі 20 °С.



а) *б)*

Рисунок 1 – Дослідний зразок сепаратора продуктивністю G = 2…10 м^3/год:

а) тривимірна модель; *б)* діючий зразок

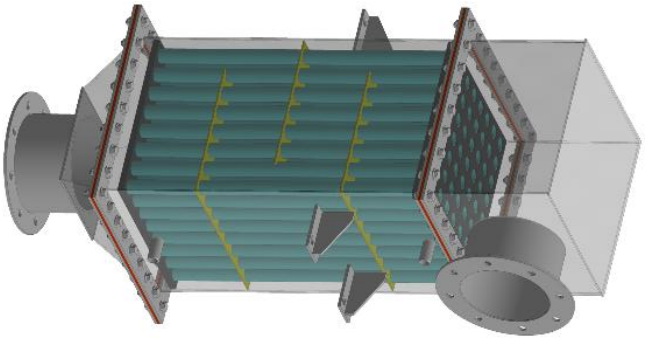
Сепаратори стиснутих газів енергосистем

Сепаратори для пневмосистем на основі сепараційних аерозольних технологій призначені для очищення стиснутого повітря середнього тиску 0,6…6,0 МПа від крапель масла та води відповідно до 3-го класу чистоти за ISO 8573-1.

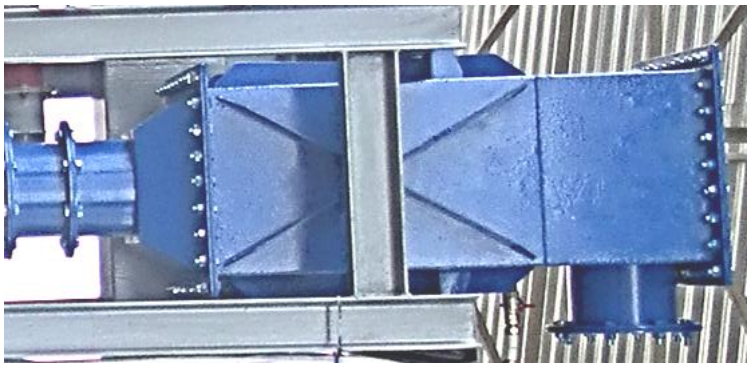
а) *б)*

Рисунок 2 – Сепаратор стиснутих газів енергосистем:
а) тривимірна модель; *б)* фото сепаратора

Плоскі неізотермічні градієнтні сепаратори газу діапазон витрат *G* = 100…500 м^3/год.



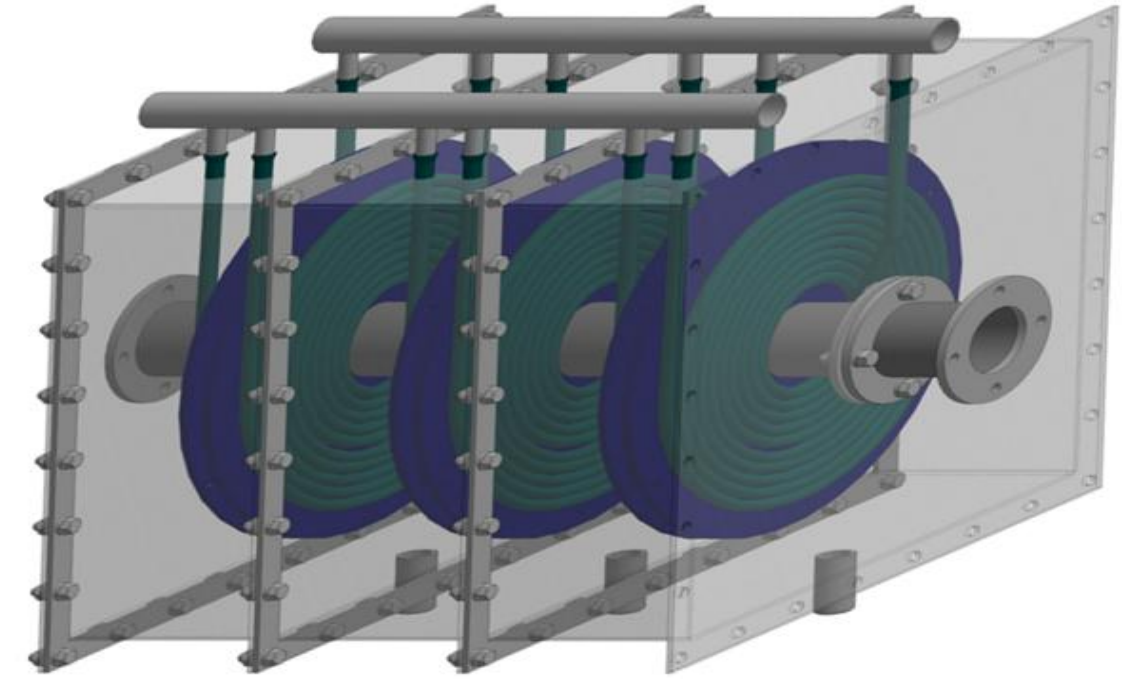
а)



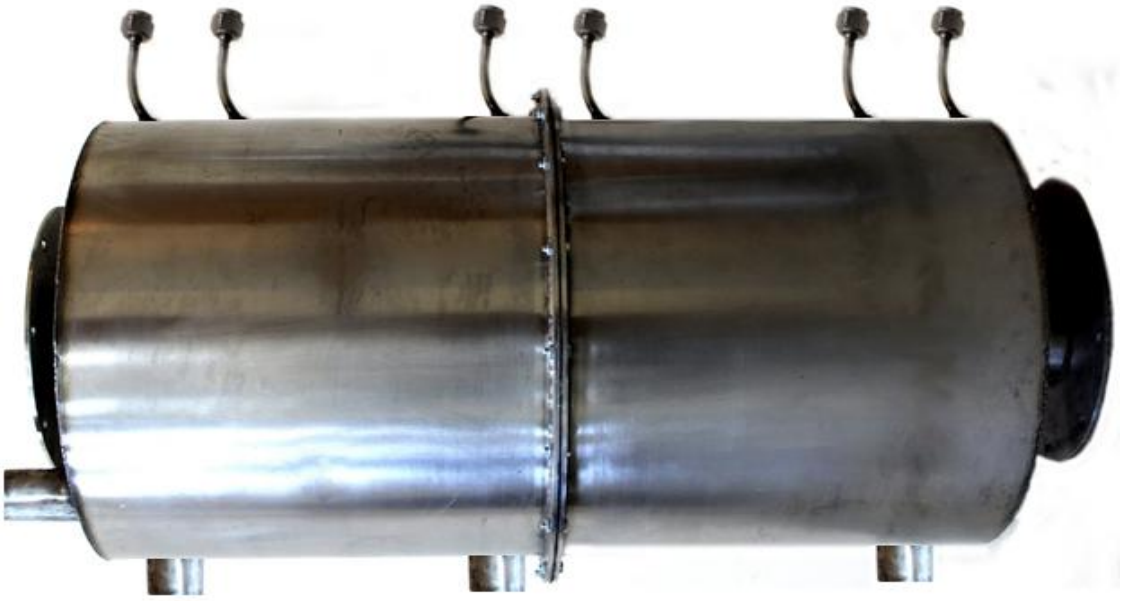
б)

Рисунок 4 – Термофоретичний сепаратор газу:
а) тривимірна модель; *б)* фото термофоретичного сепаратора

Циліндричні незотермічні градієнтні сепаратори газу енергетичних установок діапазон витрат *G* = 40…140 м^3/год.



а)



б)

Рисунок 5 – Циліндричний термофоретичний сепаратор:
а) тривимірна модель; *б)* фото зразка

Суднові системи очищення повітря від краплинної вологи

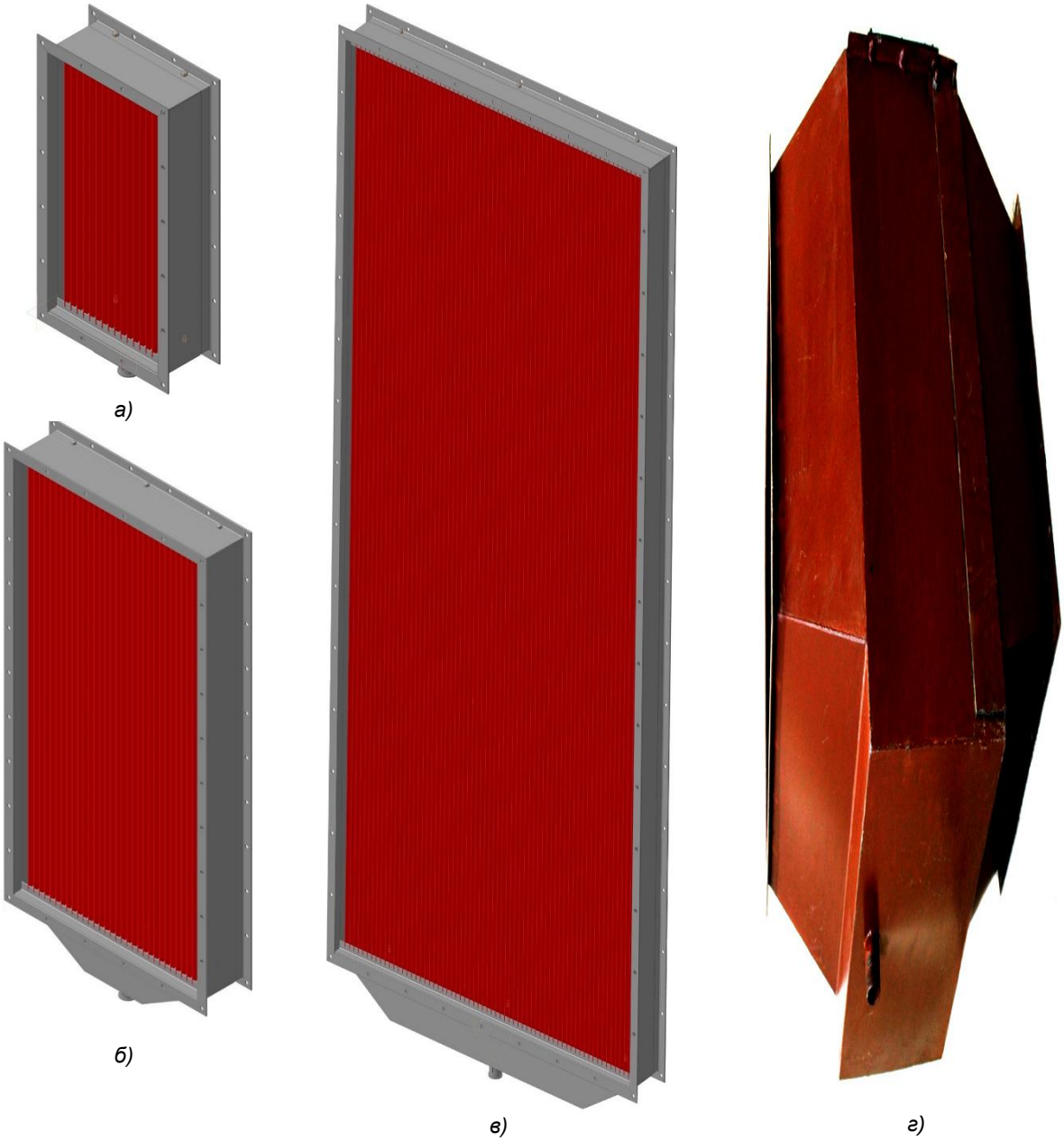


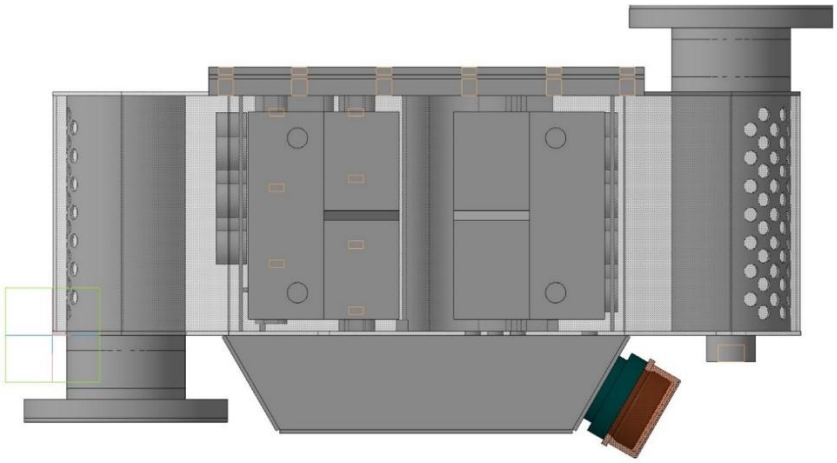
Рисунок 6 – Типова конструкція суднової системи очищення повітря від краплинної вологи з однорядним пакетом сепаруючих профілів з параметрами:
а) 500×250×116 мм; *б)* 1000×500×116 мм; *в)* 2000×1000×116 мм; *г)* робочий зразок обладнання

Акустикофоретичний масловіддільник систем суфлювання газотурбінних двигунів 4-го покоління ДН 80 і ДГ 90 з витратою газу до 200

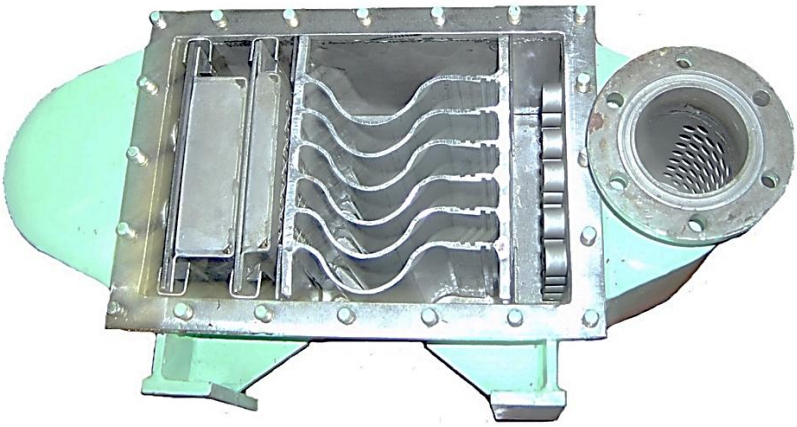
м^3/год

а) *б)*

в)



г)



д)

Рисунок 7 – Сепаратор з ультразвуковим модулем для *G* = 100…200 м^3/год на основі багаторівневих градієнтних сепараційних технологій:

а) фото генератора пульсацій; *б)* електричний модуль пульсатора;

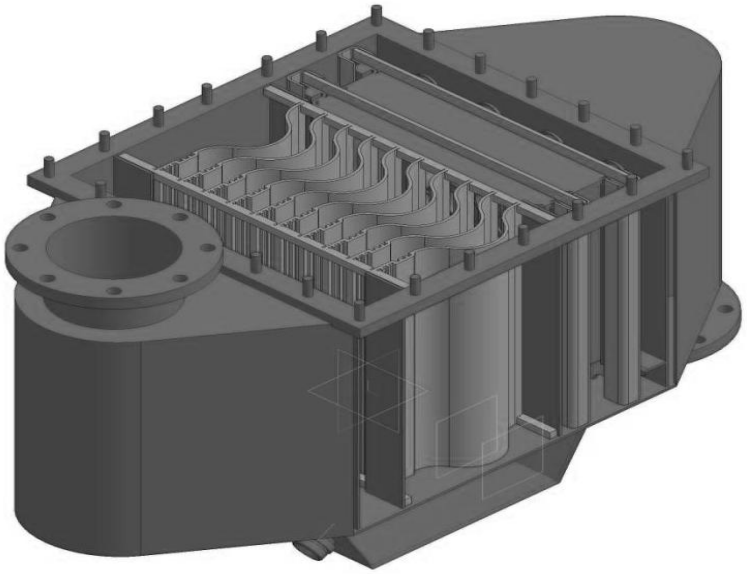
в) тривимірна модель сепаратора; *г)* фото сепаратора; *д)* пульсаційний модуль

Акустикофоретичний масловіддільник систем суфлювання газотурбінних двигунів 4-го покоління ДН 80 і ДГ 90 з витратою газу 400...800 м^3/год

а)

б)

в)



г)

Рисунок 8 – Сепаратор з ультразвуковим модулем для G = 400…800 м^3/год на основі багаторівневих градієнтних сепараційних технологій:

а) фото генератора пульсацій; *б)* електричний модуль пульсатора;

в) тривимірна модель сепаратора; *г*) фото сепаратора

СЕКЦІЯ №1
Інноваційні технології у суднобудуванні та судноремонті

УДК 629.123

ПРОЕКТУВАННЯ ПЕРЕБІРОЧНИХ УПЛОТНЮВАЧІВ ДЛЯ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТРАС ПРИ МОДУЛЬНОМУ ФОРМУВАННІ ПРИМІЩЕНЬ

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Ігнатенко С.В., Коновалова Г.В.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Вступ. Забезпеченню пожежної безпеки в суднобудуванні приділяється все більше уваги, що виявлено зростанням насичення суден електрообладнанням та засобами передачі електроенергії. Розповсюдження пожежі по модульним елементам формування суднових приміщень, які передбачено для проведення електротрас та суднових систем (кожухи, вигородки) є однією з вагомих причин розповсюдження вогню між сусідніми приміщеннями. Для забезпечення та підтримання протягом нормованого часу герметичності протипожежних конструкцій між каютами передбачено конструктивні заходи: герметичне ущільнення дверей та ущільнення місць проходження кабелів та трубопроводів.

Постановка проблеми. Вимоги до ущільнення отворів в місцях розташування кожухів електротрас через перебірки та палуби встановлено стандартом галузі ОСТ 5Р.6103-2006 «Изделия уплотнительные для электрических кабелей и проводов. Общие технические условия» та вимогами класифікаційних товариств.

Перебірочні ущільнювачі можна класифікувати за наступними типами:

1) герметичні «проходки» – уявляють собою замкнуті сосуди, заповнені вогнестійкими матеріалами. Загальний недолік – висока вартість;

2) модульна система для прокладення кабелів – уявляє собою набір стандартних елементів за допомогою яких можна виконати перебірочне ущільнення;

3) універсальні розчини кабельних прокладок – до них відносять герметики та компаундні склади. Такий спосіб також широко розповсюджений завдяки своїй універсальності;

Треба відмітити, що перебірочні ущільнювальні пристрої для приміщень із масовим скопленням людей (кают-компанія, салон, хоббі-рум) повинні відповідати широкому комплексу вимог, але фактично ці вимоги не задокументовано тобто можна впевнено стверджувати про їх відсутність.

Технології ущільнення технологічних отворів для електротрас та систем, які використовують у сучасному суднобудуванні мають наступні недоліки:

1) ущільнювальні пристрої, які проходять через палуби, та матеріали, що їх заповнюють, майже не дозволяють контролювати розповсюдження полум'я та диму з точки займання в інші приміщення;

2) форма та способи кріплення ущільнювальних пристроїв на перебірках робить їх вразливими від дій підвищеного тиску, які можуть супроводжуватися вибухами, що знижує їх надійність.

Виклад основного матеріалу. Рішення, що пропонується, полягає у створенні нових ущільнювальних пристроїв, які передбачено для забезпечення надійності, довговічності та безпеки прокладення суднових електрокабелів через модульні суднові приміщення при дії на них агресивних факторів (полум'я, температура, тиск) через виникнення та розповсюдження пожежі.

До пристрою, що пропонується сформовано ряд вимог:

1) вогнестійкість пристрою повинна відповідати вимогам класифікаційного товариства;
2) ущілювальні пристрої повинні відповідати вимогам галузевих стандартів;
3) пристрої повинні мати можливість технічної реалізації із використанням існуючих та перспективних технологій і матеріалів, які використовуються в суднобудуванні та судноремонті;
4) пристрої повинні бути сумісні із існуючими електромонтажними та трубо монтажними технологіями, бути простими, надійними, ремонтопридатними;

Під час проектування вирішувалися наступні **задачі**:

1) призначення оптимальної конструктивної форми ущілювального пристрою та ефективного протипожежного матеріалу для заповнення;
2) порівняння із існуючими аналогами;
3) призначення критеріїв оцінки надійності та ефективності.

Ескіз конструкції наведено на рисунку 1.

В районі проходження кожуху 2 для трасування електрокабелів 6 в модульній панелі (базальтова плита, обшита металопластом) зроблено технологічний отвір в якому вмонтовано типові металопластові фланці із зовнішньою різьбою. Між напівкруглими фланцями 4 за допомогою різьбового з'єднання

встановлено керамічну втулку. У втулці встановлюються сальники для проходження та розосередження кабелів після чого внутрішність втулки заповнюється спученим вермікулітом.

В свою чергу після кристалізації (протягом хвилини) вермікуліт має межу міцності 20 кг/см^2 , є негорючим і нетоксичним і змінює свої хімічні властивості при температурі вище 1200^{0}С. Керамічна втулка на полум'я не реагує.

В дослідженні змодельований у якості критерію час розповсюдження температури між приміщеннями у випадку виникнення пожежі τ . При цьому прийнята температура полум'я в приміщенні де виникла пожежа 600^{0}С [1], температура у суміжному приміщенні до виникнення пожежі 18^{0}С. Максимально-допустима температура для організму людини в районі виникнення пожежі складає 70^{0}С [2].

Передачу тепла розраховано виключно за рахунок запропонованої конструкції, вважаючи, що сучасні композитні панелі негорючі і нездатні передавати тепло протягом декількох годин [3]. Відстань у суміжному з приміщенні до найближчого об'єкту на який може бути передано тепло прийнята 200 мм (20 см) – мінімально необхідна межа від перебірки до розташованих меблів за Санітарними нормами для морських суден.

Змоделювати температуру передачу доцільно використавши рівняння [4]:

$$\frac{\partial \upsilon}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 \upsilon}{\partial x^2}, \qquad (1)$$

де: $\upsilon = t - t_C$ – надлишкова температура.

Початкова умова: при τ = 0 та $0 \le x \le \infty$ справедливо:

$$\upsilon = t - t_C = \Delta t, \qquad (2)$$

Граничні умови: $\tau > 0$ та $x = 0$ справедливо $\upsilon = t - t_C = 0,$ (3а)

$$\tau \ge 0 \text{ та } x \to 0 \text{ справедливо } \frac{\partial \upsilon}{\partial x} \to 0. \qquad (3б)$$

Суть розв'язку задачі полягає у помноженні рівняння (1) на $e^{-p\tau} d\tau$ та інтегруванням по τ в межах від 0 до ∞. Отримано звичайного диференціального рівняння для функції:

$$u = p \int_0^\infty \upsilon \cdot e^{-p\tau} d\tau,$$

яка відображує пошукову функцію υ та інтегруванням по τ в межах від 0 до ∞. Отримано звичайного диференціального рівняння для функції:

$$u = p \int_0^\infty \upsilon \cdot e^{-p\tau} d\tau,$$

яка відображує пошукову функцію υ.

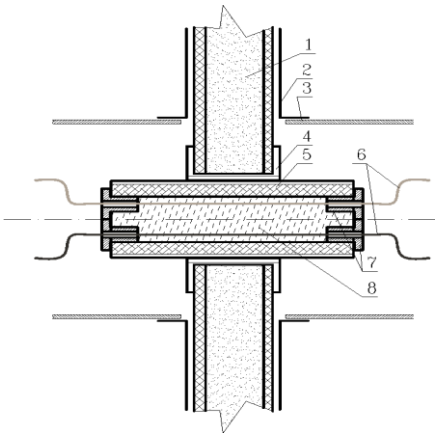


Рисунок 1 - Перебірочний перехідник

1-модульна композитна панель; 2-кріплення кожуха; 3-кожух електротраси; 4-типовий фланець; 5-керамічна втулка; 6-електрокабелі; 7 сальники; 8-вермікулітовий наповнювач.

Проінтегрувавши рівняння знайдено зображення *u* пошукової функції υ.

Після цього за допомогою таблиць переходу від зображення *u* до оригіналу υ визначено пошукову функцію. Виконав вищевказані перетворення для (2) та (3), отримано:

$$u = p\int_0^\infty \frac{\partial \upsilon}{\partial \tau} e^{-p\tau} d\tau = ap\int_0^\infty \frac{\partial^2 \upsilon}{\partial x^2} e^{-p\tau} d\tau, \quad (4)$$

при *x* = 0 отримано:

$$\int_0^\infty \frac{\partial^2 \upsilon}{\partial x^2} d\tau = 0,$$

при *x* = ∞ отримано:

$$\int_0^\infty \frac{\partial^2 \upsilon}{\partial x^2} d\tau \to \infty,$$

Виконав перетворення окремих формул в цих залежностях отримано:

$$t = t_C + \frac{2(t_0 - t_C)}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{\alpha \cdot \tau}}} e^{-n^2} dn. \quad (5)$$

Коефіцієнт температуропередачі вермікуліту та кераміки дуже близькі і в розрахунку прийнято α = 5,2·10^{-4} см^2/с.

Використавши залежність (5) прийнявши t = 70^{0}C, t_C =18^{0}C, t_0=600^{0}C:

$$70 = 18 + \frac{2(600-18)}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{l}{2\sqrt{\alpha \cdot \tau}}} e^{-n^2} dn,$$

$$l = 20 \text{ см}, \quad 52 = \frac{1164}{\sqrt{\pi}} erfc \frac{20}{2\sqrt{5{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot \tau}},$$

вважаючи, що $\sqrt{5{,}2 \cdot 10^{-4}} = 0{,}023$, отримано: $0{,}079 = erfc \frac{434}{\sqrt{\tau}}$.

Розв'язавши у системі MathCAD отримано *τ* = 122097 с = 33 години, що значно перевищує норми пожежної безпеки для суднових приміщень відносно температуропровідності [2].

Висновки. Виконані розрахунки доводять доцільність використання запропонованих перебірочних перехідників. При цьому забезпечуються усі вимоги діючих стандартів та класифікаційних товариств.

Список використаної літератури.

1.Александров, М.Н. Безопасность человека на море [Текст] /М.Н. Александров// Л.: Судостроение. – 1983. – 208 с.

2. Конвенція про приміщення для екіпажу на борту суден (додаткові положення) № 133 [Електронний ресурс]. – Офіційний сайт Верховної ради України. – http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/993_058 (останнє посилання 2 травня 2016).

3. Михайлова, Е.В. Исследование основных параметров модульно-групповой технологии механизированного производства узлов корпуса судна: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.08.04 / Центр. НИИ технологии судостроения. - СПб., 1996. - 27 с. - Библиогр.: с. 26-27.

4. Тарасевич, Е.И. Особенности теплового расчета водяных тепловых сетей [Текст] Е.И. Тарасевич// Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

УДК 625.5.046

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МОДУЛЬНОГО ФОРМУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ НА НЕСАМОХІДНИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУДАХ

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Ігнатенко С.В., Коновалова Г.В.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Постановка проблеми. Модульне формування житлових, службових та суспільних приміщень є невід`ємною складовою добудовного процесу при побудові суден та інших плавучих споруд. У наш час особливої уваги стосовно вдосконалення добудовних технологій заслуговують несамохідні плавучі споруди (НПС) які проектуються та будуються на вітчизняних підприємствах. Перш за все це пов'язано із принципово новим підходом до проектування загального розташування приміщень та сучасними вимогами судновласників стосовно дизайну приміщень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій показав, що проблемам вдосконалення модульних систем формування кают присвячено багато праць, проте жодна з них не орієнтована безпосередньо на несамохідні плавзасоби, які на відміну від інших суден мають особливі розмірно-конструктивні характеристики приміщень.

Мета дослідження полягає у визначенні основних проблем та недоліків формування приміщень на плавучих доках, деборкадерах, плавучих готелях та гуртожитків які в подальшому будуть використані при вдосконаленні модульних систем для перелічених типів суден.

Виклад основного матеріалу. Виходячи із сучасного орієнтування вітчизняних суднобудівних та судноремонтних підприємств на закордонних замовників кардинально змінилися вимоги щодо архітектури та інтер`єру НПС. Основними замовниками плавучих доків, транспортних понтонів та плавучих готелів на даний період є країни Близького Сходу (Катар, Іран, Йєменська арабська республіка) які мають наступні особливості: значна кількість житлових приміщень, підвищений рівень комфорту для екіпажів НПС та докуємого судна, відповідність закордонним стандартам якості.

На даному етапі формування приміщень для НПС використовується «на місті» практично без використання модульних методів, стандартні модульні каюти та блок-каюти не використовуються. При впровадженні цих методів очевидні такі переваги як зменшення трудомісткості добудовних робіт та скорочення часу побудови плавзасобу. Житлові каюти раціонально розташувати в одному районі плавзасобу і формувати їх як окремий житловий або службовий модуль кают в умовах цеху з подальшим використанням цього при нарощувані житлової башти плавучого доку або ярусу плавучого доку або ярусу плавучого готелю. Такі конструкторсько-технологічні рішення сприятимуть підвищенню технологічності елементів формування приміщень для НПС та збільшать економічну ефективність проекту.

Висновки: **1**. Для існуючих методів виготовлення та монтажу елементів суднових приміщень необхідні нові конструктивні, технологічні та виробничі вдосконалення. **2**. Питання системного розгляду конструктивно-технологічних рішень модульного формування приміщень для несамохідних плавучих споруд даний час не пророблені. Відсутні комплексні теоретичні рішення. **3**. Актуальним питанням є розробка наукового методу забезпечення та прогнозування конструкторських та технологічних рішень модульної системи, що дозволяє привести її техніко-економічні показники на необхідний рівень.

Список використаної літератури.

1. ***Корчевская Н.М., Мильто А.А.*** Модульне методы в обстройке зашиваемых помещений судов различных типов // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2000. - №5(371). – С. 40-48.

2. ***Слижевский С.Н., Мильто А.А.*** Конструктивно-технологические особенности модульного формирования судовых помещений в системе М 50 // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2000. - №4(370). – С. 26-30.

3. ***Рашковский А.С., Мильто А.А., Маломан В.Ф.*** Анализ технологических особенностей изоляции для конструктивной противопожарной защиты судов и других плавучих сооружений // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: УДМТУ, 2005. - №5(404). – С. 168-177.

4. ***Щедролосев А.В.*** Организация и технология поточного производства элементов модульной зашивки помещений рыбопромысловых судов // Малотоннажное судостроение.: Сб. науч. тр. – Николаев, НКИ, 1988. – с. 122

УДК 681.3.06.14

ВИМІР ТА АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ

Смоляний Є.С., Кротко І.В., Свиридов В.І.
Херсонська філія НУК

Вібрація та шуми - процеси, що протікають у машинах і устаткуванні, і збуджуються вони тими ж динамічними силами, які є причинами зношування й різних видів дефектів.

Природньо, що вібрація та шуми трансформуються один в одного на межі газового та твердого середовищ, а людина безпосередньо сприймає звук лише в обмеженому низькочастотному діапазоні, тобто вібрацію.

За перехід вібрації в шуми відповідає коливальна швидкість, що прямо пропорційна звуковому тиску в повітрі біля вібруючої поверхні. Тому й норми на вібрацію, як правило, обмежують коливальну швидкість машин і устаткування.

Але вібраційний контроль і вібраційна діагностика - різні завдання. У діагностиці дефект визначається коливальною силою, що діє в зоні дефекту, а сила зв'язана лінійно з коливальним прискоренням, а не зі швидкістю. Тому в діагностиці часто користуються вимірами віброприскорення, а для вібраційного контролю машин додатково вимірюють і віброшвидкість, причому лише в обмеженому низькочастотному діапазоні.

Для виміру вібрації, як правило, використовуються датчики віброприскорення, що працюють на пьезоэфекті. У таких датчиках електричний заряд на виході пропорційний діючій на датчик силі. Лише в ряді стаціонарних систем контролю вібрації великих машин з підшипниками ковзання використовуються датчики коливального зсуву, що вбудовуються в підшипник (по двох датчика на підшипник). Ці датчики дозволяють вимірювати траєкторію руху центру вала в підшипниках (його орбіту) і, тим самим, безпосередньо визначати величину зношування вкладишів.

Після перетворення сигналу вібрації (шуму) в електричний сигнал, останній необхідно ретельно аналізувати, одержуючи, а не втрачаючи діагностичну інформацію. До приладів, що аналізують, у діагностиці пред'являються самі тверді вимоги. До типових операцій, які повинні виконувати прилади, що аналізують вібрацію, варто віднести:

1. Визначення рівня (загального) вібрації в смузі частот, обмеженої стандартами вібраційного контролю в необхідних стандартами одиницях виміру.

2. Спектральний аналіз вібрації, тобто поділ вібрації на складові різної частоти, обумовлені природою коливальних сил.

3. Аналіз коливань потужності окремих складових вібрації, попередньо виділених із сигналу вібрації.

Слід зазначити, що далеко не всі прилади, що аналізують, можуть виконувати всі зазначені види аналізу, принаймні, з необхідною для діагностики якістю.

Діагностика - це, в основному, пошук слабких компонентів сигналу на тлі сильних. Різняться слабкі та сильні компоненти звичайно й по частоті. По потужності ці компоненти можуть різнитися в 10^6 разів, тому вимірюють не їхню потужність, а амплітуду, і розходження між слабкими та сильними компонентами знижується до величин, порядку 10^3 разів. Але слабкий компонент необхідно не тільки виявити, але й визначити його властивості. Тому аналізатор сигналу повинен без яких-небудь перемикань забезпечувати динамічний діапазон аналізу порядку 10^4разів. Додамо ще й те, що машини можуть мати, наприклад, через різну частоту обертання, різну максимальну амплітуду вібрації, що відрізняється до 100 разів. Тоді очевидно, що прилад без зміни датчика повинен мати динамічний діапазон вимірів порядку 10^6 разів.

Щоб було зручно порівнювати складові вібрації, що так сильно відрізняються одна від одної, в акустику, прийнято відображати їхньої величини в логарифмічному масштабі.

Дві складові, що відрізняються по потужності в 10 разів, прийнято вважати в логарифмічному масштабі різницею на 10 децибел. Якщо подивитися розходження амплітуд цих складових - то воно інше. В акустиці розходження амплітуд складових в 10 разів у логарифмічному масштабі відповідає 20 дБ. Залишилося погодити точку відліку конкретних одиниць віброприскорення, віброшвидкості, віброзміщення, звукового тиску та децибелов. У відповідності зі стандартами МЕК:

- 1 м/с^2 = 120 дБ віброприскорення,
- 1 мм/с = 120 дБ віброшвидкості,
- 1 мкм = 120 дБ віброзміщення,
- 20 Па = 120 дБ звукового тиску.

Висновки

Контроль роботи обладнання через вібраційні показники, дозволяє діагностувати той чи інший вузол, або взагалі обладнання і це можливо робити постійно. Все це дозволяє підвищити надійність та працездатність не тільки робочого вузла а і всього обладнання.

Список літератури

1. **Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю.** Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. – СПб.: СПбГМТУ, 2000.
2. **Гольдин А.С.** К вопросу о нормах и принципах нормирования вибрации вращающихся машин // Контроль. Диагностика. 2000. №4. – С.3...10.
3. ISO 17359:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines.
4. ISO 10816. Mechanical vibration. Evolution of machine vibration by measurements on nonrotating parts. Part 1–5.
5. ISO 7919. Mechanical vibration of non–reciprocating machines. Measurements on rotating shafts and evolution criteria. Part 1–5.
6. ISO 13373–1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: General procedures.
7. ISO/DIS 13373–2. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: Processing, presentation and analysis of vibration data

УДК 621.7:004.94

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ УНІВЕРСАЛЬНО-СКЛАДАНИХ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТОСУВАНЬ

Поліщук В. А., Вижул Н. В., Григорович М. В.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Система універсально-складаних пристосувань (УСП) знаходить широке застосування не тільки у досвідному та одиничному, але і в серійному виробництві. При оснащенні механізованими приводами УСП можливо ефективно застосовувати навіть у крупносерійному виробництві, особливо при реалізації групових технологічних процесів.

Проте УСП застосовують лише на окремих видах операцій і дуже рідко застосовують комплексно – на усіх переходах обробки та контролю деталей. Пояснюється це, зокрема, тим, що на виробництвах у більшості випадків немає у наявності повного асортименту елементів і в достатній кількості. Широкі можливості системи УСП розкриваються саме при комплексному оснащенні технологічних процесів (на усіх видах механічної обробки, складальних та зварювальних робіт, холодного штампування, контрольно-вимірювальних операцій) та при механізації УСП. У цьому випадку виробництво отримує найбільшу ефективність від експлуатації УСП, яка виражається у різкому скороченні термінів технологічної підготовки виробництва, виготовлення оснастки і в значному зниженні витрат.

Одним з основних показників якості для УСП, який впливає на точність роботи, вібростійкість, надійність, є жорсткість. З огляду на велику кількість стиків і спряжень в конструкціях УСП, врахування впливу жорсткості на їх експлуатаційні властивості є необхідним і обов'язковим. Несталість зусиль різання та змінність жорсткості верстатних пристосувань й інших елементів технологічної системи зумовлюють виникнення вібрацій, які підвищують шорсткість оброблюваної поверхні, погіршують умови роботи ріжучого інструмента та посилюють динамічний характер сили різання. Тому вібростійкість – одна з найважливіших експлуатаційних властивостей пристосування при обробці точних деталей, що визначає його динаміку. Динамічні параметри пристосування можуть суттєво змінювати параметри всієї технологічної системи і, головним чином, впливати на положення заготовки в просторі, що прямо пов'язано з точністю і якістю обробки. Тому дослідження експлуатаційних параметрів переналагоджуваних пристосувань, пов'язаних з жорсткістю та вібростійкістю їх конструкцій, є актуальною науково-технічною задачею.

Статистичні дані по відмовам пристосувань, які на сьогодні є основним джерелом інформації для висновків щодо надійності, зібрати складно. Тому не статистичні дані, а розрахунок, моделювання і прогнозування можливих змін параметрів пристосування в очікуваних умовах експлуатації, технологічне забезпечення заданих показників якості, зокрема жорсткості і вібростійкості, є основою для управління надійністю пристосування і забезпечення її необхідного рівня.

Питання коливань технологічної системи при накладенні зовнішніх збурень при різанні є одним з найважливіших для розрахунків точності та продуктивності обробки і разом з тим дотепер не до кінця вирішеним. Незважаючи на те, що розроблено фундаментальні теорії оцінки вібростійкості верстатів, конструктори зазнають значних труднощів при розрахунках динамічних параметрів верстатних пристосувань. Вважаючи їх другорядними елементами технологічної системи, дослідники мало приділяли їм уваги, чим пояснюється майже повна відсутність теоретичних і прикладних робіт в цій області.

Метою роботи є покращення експлуатаційних характеристик УСП шляхом технологічного забезпечення показників жорсткості та вібростійкості конструкцій пристосувань. Об'єкт дослідження – комплекс УСП для

закріплення заготовок; статична та динамічна точність при експлуатації переналагоджуваної оснастки. Предмет дослідження – твердотільні 3D-моделі конструкцій УСП, їх параметри жорсткості та вібростійкості; затискна здатність верстатного пристосування.

В роботі вирішувались наступні задачі: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі; комплексне оснащення розробленого технологічного процесу із застосуванням системи УСП; твердотільне 3D-моделювання конструкцій УСП; визначення напружень і деформацій, що виникають під дією зусиль різання, у спроектованих конструкціях УСП шляхом дослідження 3D-моделей оснастки за допомогою CAE-систем; корегування конструкцій пристосувань з метою підвищення жорсткості; визначення частот власних коливань системи пристосування-деталь за допомогою CAE-системи; корегування конструкцій пристосувань або режимів різання для підвищення вібростійкості системи та зменшення впливу вібрацій від зусиль різання.

Як окрему експлуатаційну властивість було розглянуто затискну здатність пристосування, яка характеризується особливостями затискних механізмів і полягає в надійному закріпленні, що попереджує вібрацію і зсув заготовки при обробці. При цьому для достовірної оцінки величини зусиль закріплення враховувалися зміни характеристик тертя в умовах обробки під впливом вібрацій.

УДК 691.32 : 625.5

ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО НОВИХ МОДИФІКОВАНИХ СУДНОБУДІВНИХ БЕТОНІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ КОМПОЗИТНИХ ДОКІВ ТА ІНШИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД

Маломан В.Ф., Коннов В.М., Клебанов Г.П.,
Херсонський державний завод «Паллада»
Щедролосєв О.В., Кириченко К.В., Воробйов О.С.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Умови роботи морських залізобетонних споруд (особливо плавучих доків) є значною мірою екстремальними. Бетон корпусів залізобетонних плавучих доків у всіх кліматичних зонах поперемінно зволожується і висушується, зазнає агресивної дії солей морської води − хімічної корозії в результаті реакції між цементним каменем і солями, розчиненими в морській воді, обростає водоростями та молюсками.

Крім того, в південних, субтропічних і тропічних морях дія хімічної корозії підсилюється високою температурою, вологістю при багаторазових і поперемінних зволоженнях і висиханнях, а в північних і східних морях суднобудівний бетон в зимовий період багаторазово поперемінно заморожується і відтає.

Багаторічні дослідні роботи дозволили вишукати нові види високоміцних суднобудівних бетонів з морозостійкістю 300...600 циклів в морській воді. Якщо врахувати малі товщини корпусу залізобетонного судна (місцями до 40...80 *мм*), великий відсоток насичення сталевою арматурою (250...600 *кг/м*^{3}) для забезпечення загальної і місцевої міцності корпусу, використання досить жирних складів бетонів (витратою цементу 450...800 *кг/м*^{3}), рухливістю 20...180 мм із дрібним заповнювачем і малими значеннями водоцементного відношення 0,32...0,45, то можна зробити висновок, що суднобудівні бетони відрізняються від бетонів, застосовуваних в інших галузях промисловості і мають свої специфічні особливості.

Суднобудівний бетон класу В 40 об'ємною масою 2430 *кг/м*^{3}, приготовлений на сульфатостійкому портландцементі, з водоцементним відношенням 0,38...0,40 має найбільшу довговічність і корозійну стійкість після 20...25 років експлуатації в конструкціях збірних елементів (підданих пропарюванню по оптимальним режимам) і конструкціях стикових з'єднань (що твердіють у природних умовах) корпусів плавучих залізобетонних суден і доків, що експлуатуються у суворих і особливо суворих умовах морів півночі і сходу.

Суднобудівний дрібнозернистий бетон класу В 40, об'ємною масою 2400 *кг/м*^{3}, приготовлений на сульфатостійкому портландцементі, з водоцементним відношенням 0,4, на чистому кварцовому піску і гранітному щебеню крупністю 3...10 *мм*, має велику корозійну стійкість і довговічність у конструкціях стиків з'єднань корпусів залізобетонних плавучих доків і суден.

Суднобудівні бетони, об'ємною масою 2280 *кг/м*^{3}, приготовлені на сульфатостійкому портландцементі, з водоцементним відношенням 0,32...0,40 на чистому, промитому кварцовому піску, мають велику корозійну стійкість і довговічність у конструкціях стиків з'єднань корпусів залізобетонних плавучих доків і суден.

Суднобудівний нафтонепроникний бетон, об'ємною масою 2430 *кг/м*^{3}, приготовлений на сульфатостійкому портландцементі з добавками розчинного скла і сульфітно-спиртової барди, з водоцементним відношенням 0,38...0,40, має високу щільність, міцність і водонепроникністю після 20...25 років експлуатації в конструкціях танків корпусів залізобетонних суден, призначених для зберігання і перевезення дизельного палива і мазуту.

Суднобудівні важкі бетони, з добавкою нітриту натрію, що твердіють у зимових умовах при температурі повітря від 0° до -15°С, мають високу міцність і корозійну стійкість у конструкціях стикових з'єднань корпусів залізобетонних доків.

Суднобудівний керамзитобетон, об'ємною масою 2000 *кг/м*^{3}, приготовлений на сульфатостійкому портландцементі з водоцементним відношенням 0,4, на кварцовому піску і керамзитовому гравію крупністю 3...20 *мм*, має високу міцність і щільність.

На данний момент на Херсонському державному заводі «Паллада» будується док призначений для докування і докового ремонту суден і плавзасобів з доковою масою до 7100 т на території морського порту Лімассол (Кіпр). Розрахункові температури зовнішнього повітря 0ºС ... + 40ºС. Корпус дока (рис.1) розрахований на термін служби - 50 років. Док будується під наглядом «American Bureau of Shipping». Тип доку - плавучий, однопонтонний, двохбаштовий, композитний несамохідний, автономний по енергопостачанню (автономність по паливу 10 діб). Форма корпусу дока прямокутна, U – образна, днище понтону без кілеватості, стапель-палуба має ухил до бортів - 200 мм, інші палуби горизонтальні. У понтоні дока передбачені чотири технологічні ніші, глибиною 2,5 м, для обслуговування висувних пристроїв суден, по дві в носі і кормі. Ніші закриваються знімними кришками. Розміри ніші 6000 х 4500 х 2500 мм. По торцях понтона у правій і лівій башті розташовані танки для збору брудної води. Довжина стапель-палуби доку - 120 м, ширина по понтону - 32,4 м, ширина між вежами - 27 м, глибина занурення - 12,2 м. Оскільки вежі виготовляються із суднобудівної сталі, а понтон є залізобетонним, з застосуванням високоміцних суднобудівних бетонів, таке поєднання матеріалів дозволяє знизити експлуатаційні витрати в 2 - 2,5 рази в порівнянні з аналогічними сталевими доками.

Рисунок 1 - композитний автономний плавучий док вантажопідйомністю 7100 т

Висновок. Наведено аналіз багаторічних досліджень видів суднобудівних бетонів, а також дані експлуатації плавучих залізобетонних споруд у морях. Застосування нових видів високоміцних суднобудівних бетонів для побудови залізобетонних суден замість важких бетонів марок 250-300 дозволяє знизити вагу корпусу судна до 20 % за рахунок зменшення товщини елементів, знизити витрату арматурної сталі, а також підвищити водонепроникність і довговічність залізобетонних суден.

Список використаної літератури

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

2. **Рашковский О.С.** Основи проектування плавучих доків [Текст] / О.С. Рашковский, М.Г. Слуцький, О.В. Щедролосєв, О.М. Узлов - Навчальний посібник. – Херсон: ХФ НУК, 2009. – 231 с.

3. **Мишутин А. В.** Повышение долговечности бетонов тонкостенных конструкций плавучих и портовых гидротехнических сооружений [Текст] / А.В. Мишутин.: Научная монография. – Одесса: ОЦНТЭН, 2003 – 292 с.

УДК 629.5.02:678.4

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛАСТОМІРНИХ ПРУЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ДОКОВИХ ОПОРНИХ ПРИСТРОЯХ

Коршиков Р.Ю., Коршиков Ю.С., Бугайчук В.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова Херсонська філія, м. Херсон

В докових опорних пристроях традиційно використовується деревина. Це пов'язано з особливостями механічних властивостей такого матеріалу і з відносно невеликою вартістю деревини [1]. Але звичайні опорні конструкції, виконані з деревини недовговічні. Крім того, В умовах експлуатації дока додаються чинники, сприяючі прискореному зносу деревних конструкцій. Це поперемінна дія вологи, відкритого повітря, теплової енергії, сонячних променів, гнильних бактерій, а також граничних для міцності деревини навантажень. Із-за швидкого розтріскування і гниття деревини, конструкції з дерева не вдається використовувати багато разів. Це підвищує собівартість вживання таких технологій. Заміна деревини в докових опорних пристроях на інші матеріали, які дозволять використовувати гнучки та зминаючи елементи докових опорних пристроїв багаторазово, знизить собівартість докових операцій, та спростить їх технологію. Як матеріал, замінюючий деревину в докових опорних пристроях, пропонується використовувати еластомери, освоєні хімічною промисловістю [2].

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

Еластомірні конструкції, які пропонується використовувати в докових опорних пристроях, порівняно невибагливі до морських умов експлуатації, вони можуть зазнавати великі формозмінення й деформації. Проте еластоміри вимагають використання нетрадиційних методів проектування і розрахунку [3]. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що розробка еластомірних пружних конструкцій для докових опорних пристроїв, здатних замінити деревину, є актуальним дослідженням.

В процесі дослідження були вирішені наступні задачі:

1. Проведено аналіз різновидів та конструкцій доків;
2. Розглянуто способи постановки судна в док;
3. Проведено аналіз існуючих пружних конструкцій докових опорних пристроїв з деревини;
4. Визначені принципові задачі, що необхідно вирішити для успішної заміни деревини в докових опорних пристроях, еластомірами, а також шляхи їх рішення;
5. Виконано розрахунок спільної деформації корпусу судна і окремих його частин з конструкціями плавдока, передавального дока;
5. Визначені основні принципи проектування докових пружних основ з еластомірних елементів;
7. Розроблені рекомендації по проектуванню опорних пристроїв на основі еластомірних пружних елементів;
8. Розроблено метод проектування еластомірних пружних основ докового опорного пристрою.

Деревина застосовується в докових опорних пристроях для виготовлення з неї пружних елементів, що входять в конструкції, основним призначенням яких є рівномірний розподіл навантаження в зонах контакту корпусних конструкцій судна і елементів опорного контуру. Рівномірний розподіл навантаження дозволяє уникнути перевищення допустимої напруги і залишкових деформацій в місцях контакту. Дерев'яні конструкції традиційно служать для формування пружних основ із заданими властивостями. На такі основи встановлюються судна при докових операціях.

Пружні елементи з еластомерів довговічніші і можуть використовуватися багаторазово. Вони, на відміну від дерева, не схильні до шкідливих дій вологи, високих і низьких температур. Тобто, еластомери більш пристосовані для роботи в опорних пристроях плавучих, передавальних та сухих доків. Комбінуючи пружні елементи, виготовлені з еластомерів різних типів, можна спроектувати опорні пристрої з нерівномірним розподілом пружних властивостей по довжині пристрою, що може бути корисним при докуванні суден різних типів.

Для того, щоб було можливо замінити деревину еластомірами, необхідно забезпечити відповідності характеристик податливості і пружності еластомірних конструкцій аналогічним дерев'яним та вирішити технологічні проблеми, що пов'язані із застосуванням еластомірних пружних елементів замість дерев'яних [4].

Для формування вихідних даних для проектування пружної основи докового опорного пристрою на основі еластомірних пружних елементів необхідно розглянути спільну деформацію корпусу судна і окремих його частин з конструкціями плавдока чи передавального дока.

У якості методу розрахунку було обрано метод кінцевих елементів, як найбільш ефективний чисельний метод, використовуваний для розрахунку складних суднових конструкцій. Початковий етап розрахунку методом кінцевих елементів полягає в розбитті системи "док - судно" (або "опорний пристрій – судно") на кінцеві елементи. При цьому кільблоки представляються як окремі елементи, шарнірно сполучені з

доком і судном. Ділянки між кільблоками представляються у вигляді одного або декількох кінцевих елементів, загальна схема розбиття на кінцеві елементи показана на рис. 1.

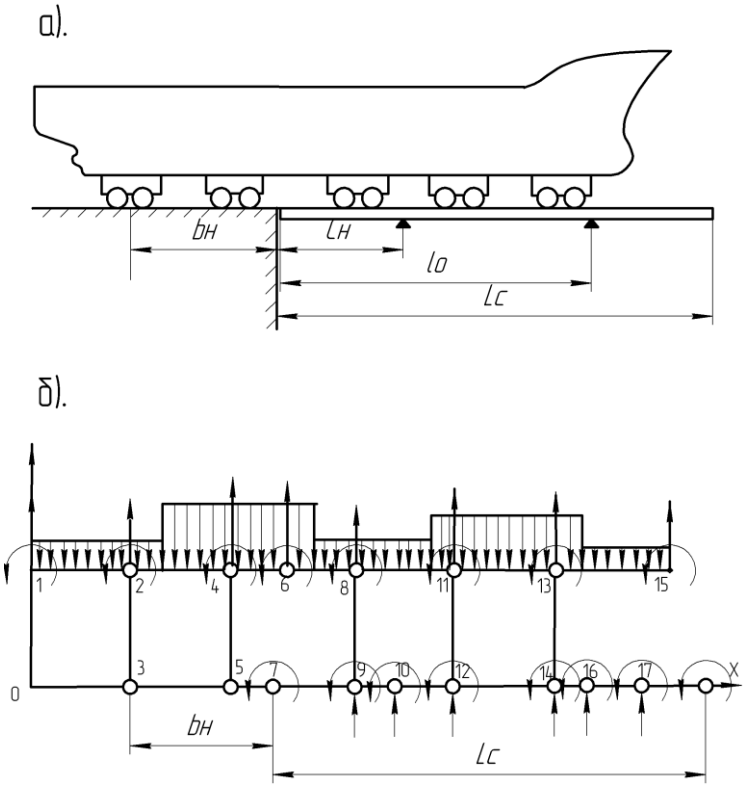
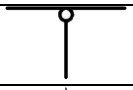
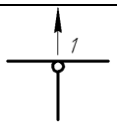
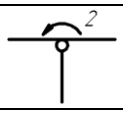


Рис. 1. Загальна схема розбиття системи на кінцеві елементи

У загальному випадку в кожному вузлі виникають два вузлові переміщення. Вертикальною стрілкою позначається прогин судна або дока, стрілкою у вигляді дуги представляється кут повороту перетину судна або дока.

У окремому випадку, у вузлах, званими особливими, деякі переміщення можуть бути відсутніми. Кожному типові особливого вузла, який може зустрітися при розрахунку системи "док, - судно", привласнюється номер відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1.

Номер типу особливого вузла	Вузлові переміщення	Характеристика вузла
1		Відсутній прогин і кут повороту
2		Відсутній кут повороту
3		Відсутній прогин

Для реалізації даного розрахунку була створена спеціальна комп'ютерна програма.

Як приклад розрахунку за даною програмою було здійснено розрахунок спільної деформації корпусу судна, кільблоків і передавального дока. Слід зазначити, що дана програма є універсальною. Вона може застосовуватися також для розрахунків при постановці судна в сухий док, плавучий док. Вихідні дані, використовувані для розрахунку міцності судна, що вводиться в передавальний док, засновані на припущенні, що міделевий перетин судна знаходиться над "порогом", Передавальний док спирається на дві опори Відстань між опорами приймається найсприятливішою з точки зору міцності передавального дока, тобто опори вважаються встановленими в районі країв дока. Схема розбиття на кінцеві елементи приведена на рис. 2.

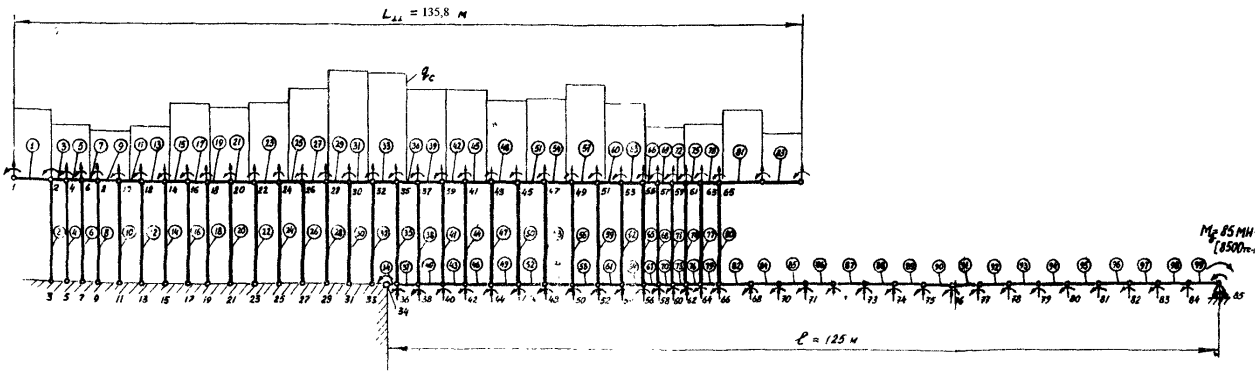


Рис. 2. Схема розбиття системи на кінцеві елементи

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Тобто завдання проектування зводиться до проектування пружної підстави макрорівня і проектування пружної підстави мікрорівня.

При формуванні пружної основи, що розміщується на металевій тумбі кільблоку, деревина повинна бути замінена дискретно розташованими еластомірними прокладками. Розміщувати їх передбачається у шаховому порядку, фіксуючи на тканевої стрічці, що пропитана еластоміром. При цьому необхідно дотримуватись наступних умов:

- пружна підстава, що створюється еластомірними прокладками повинно бути максимально наближено до рівномірно розподіленому;
- кількість прокладок, що встановлюються на одиницю площі поверхні, має бути цілочисельною;
- кількість еластомірних прокладок, що укладаються, має бути цілочисельною;
- еластомірні прокладки повинні створювати необхідну пружну характеристику кільблоку.

У зв'язку з викладеними вимогами необхідно вибрати кількість еластомірних прокладок, що доводяться на один кв.м. еластомірної підстави.

Основним завданням, яке доводиться вирішувати при проектуванні пружної підстави, є розміщення пружних елементів на площині опорного контуру. Від правильного розміщення таких елементів залежать характеристики пружної підстави в цілому. Не менш важливим завданням є також забезпечення найбільш раціонального розміщення пружних елементів при виконанні умов відповідності характеристик проектованої пружної підстави заданому. Іншими словами, завжди бажано отримати оптимальне проектне рішення.

Для вирішення даної задачі була створена програма оптимального розміщення еластичних прокладок на еластомірній стрічці, яка базується на декларативному підході програмування [5]. В результаті розрахунку за цією програмою видаються розміри, що однозначно визначають положення пружних еластомірних прокладок на тканевої стрічці, що пропитана еластоміром, рис. 3. Таке розміщення еластомірних прокладок моделює задані властивості пружної опори і є оптимальним.

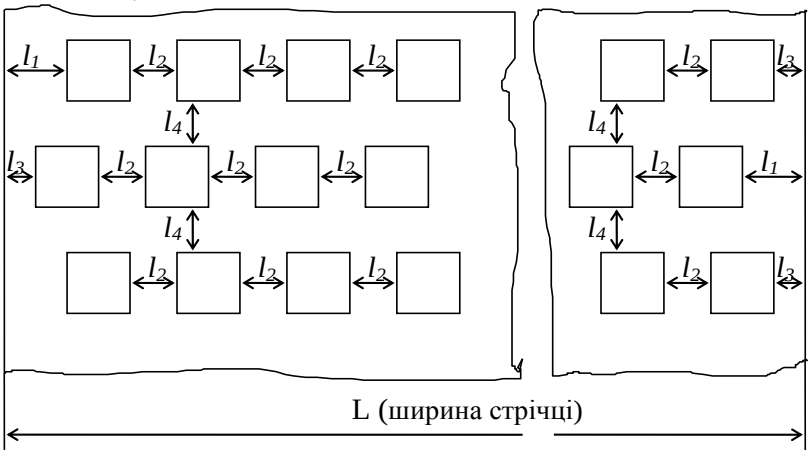


Рис. 3. Схема розміщення прокладок на тканинній або арматурній стрічці

Висновки.

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

ЛІТЕРАТУРА

1. **Козляков В.В.** Проектування докових опорних пристроїв [Текст] / Козляков В.В., Фінкель Г.Н., Хархурім І.Я. – Л.: Суднобудування, 1973.
2. **Коробанов Ю.Н.** Особливості проектування еластичних прокладок, здатних за пружними показниками замінювати дерев'яні конструкції [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Сборник наукових праць Українського державного морського технічного університету – Миколаїв: УГМТУ, 1998.

3. **Коробанов Ю.Н.** Основи вибору еластичних прокладок за пружними показниками [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Вестник Херсонського державного технічного університету № 1(3) – 1998. – Херсон: Херсонський державний технічний університет, 1998. – С. 149 – 152.
4. **В.Д. Мацкевіч** Основи технології суднобудування. [Текст] //Під загальною редакцією В.Д. Мацкевіча. – Л.: Суднобудування, 1980. – 351 с.
5. **Коробанов Ю.Н.** Вживання декларативної парадигми в програмуванні завдань оптимізації розміщення однорідних об'єктів на площині. [Текст] / Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. //Межвузівський журнал «Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи» № 2 – 1998. – Херсон: Херсонський державний технічний університет, 1998. – С. 123 – 128.

УДК 629.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ СТАПЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЕРФИ

Яглицкий Ю. К., Бичуев В. И.
ХФ Национального университета кораблестроения, г. Херсон

Традиционный технологический процесс формирования корпуса судов включает в себя ряд последовательных операций от подготовки стапеля до полностью сформированного корпуса судна.

Базовый технологический процесс формирования корпуса судов блочным методом включает следующие основные работы:

1) разметку построечного места для установки элементов опорных конструкций;
2) установку элементов опорных конструкций;
3) пробивку базовых линий;
4) подача закладного блока на стапель;
5) установка и проверка положения закладного блока на стапеле;
6) подача последующих блоков корпуса судна;
7) проверка положения последующих блоков корпуса судна на стапеле;
8) стыковка последующего блока с закладным блоком;
9) сварка монтажного стыка между блоками;
10) повторение пунктов 6-9 для остальных блоков корпуса судна;
11) испытание корпуса судна на непроницаемость и герметичность.

Для различных верфей базовый технологический процесс может существенно отличатся и иметь дополнительные процессы (основные, вспомогательные) для повышения эффективности работы корпусостроительного производства.

Для эффективного проектирования технологического процесса корпусостроительного производства можно воспользоваться методологией SADT, которая представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области. Функциональная модель SADT состоит из серии диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков и отображает функциональную структуру объекта, т.е. производимые им действия и связи между этими действиями.

С помощью программного продукта All Fusion Modeler [1] была получена функциональная модель формирования корпуса судна (рис.1).

Данная диаграмма может быть декомпозирована для получения более детальной информации по входящим информационным блокам и выявления различных нестыковок между составляющими основного технологического процесса.

На каждом шаге декомпозиции более общая диаграмма называется родительской для более детальной диаграммы.

Выводы. Результаты построения функциональной модели корпусостроительного производства верфи позволяют оценить:

- степень учета всех операций, входящих в технологический процесс формирования корпуса судна;
- уровень взаимодействия рассматриваемых функций процесса между собой;
- состав объектов технологического процесса формирования корпуса судна (нормативная документация, оборудование, приспособления и т.д.).
- эффективность выполнения отдельных операций и процесса в целом;
- внутренние связи между функциями процесса.

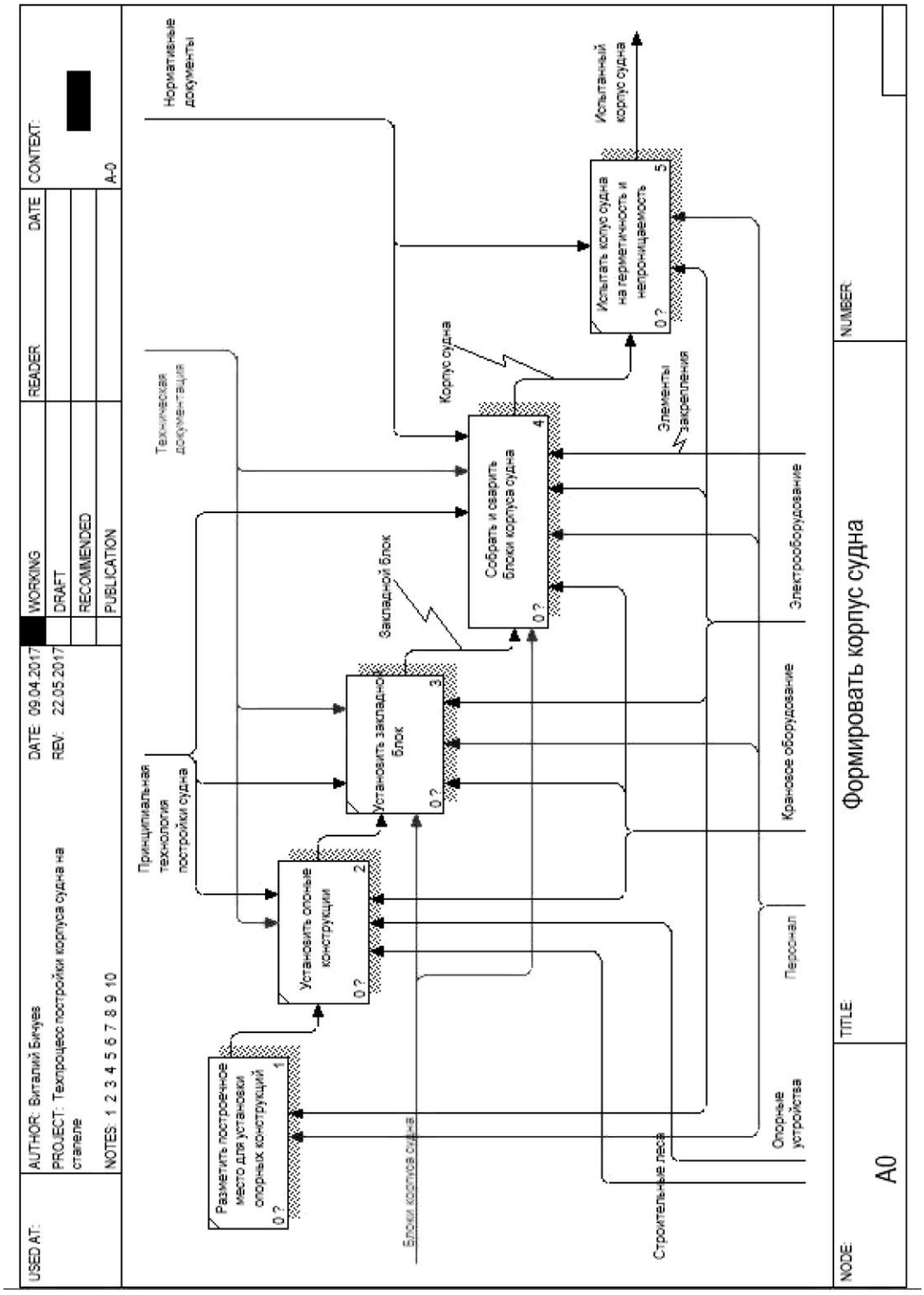


Рисунок 1 – Функциональная модель формирования корпуса судна

Список литературы

1. **Дубейковский В. И.** Практика функционального моделирования с AllFusion Process Modeler 4.1. – М: Диалог-МИФИ, 2004. – 323 с.

УДК 629.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СУДОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю.К. Яглицкий, Д.Н. Гончарова
Херсонский филиал НУК, г. Херсон

Подготовка производства представляет собой комплекс работ направленных на обеспечение и организацию производства. К подготовке производства в судоремонте принято относить конструкторскую, технологическую, организационную подготовку, материальное, информационное обеспечение. Цель подготовки производства состоит в создании технических, организационных и экономических условий для производства (ремонта) продукции [1].

В настоящее время все большую популярность приобретает процессно-ориентированный подход к управлению судоремонтным предприятием. Данный подход предполагает рассмотрение деятельности предприятия как выполнение взаимосвязанных бизнес-процессов, ориентированных на получение конечного результата. Бизнес-процессы на предприятиях подразделяются на основные (производство) и вспомогательные.

С этой точки зрения технология подготовки судоремонтного производства включает в себя следующие основные бизнес-процессы:

- конструкторской подготовки производства;
- технологической подготовки производства;
- материально-технической подготовки производства;
- планирования производства;
- диспетчеризации производства.

Именно детальная проработка функций по каждому бизнес-процессу, а также организация взаимодействия их между собой составляет суть процессно-ориентированной технологии подготовки производства.

Следовательно, процессно-ориентированный подход заключается в построении цепочки бизнес-процессов изготовления (ремонта) судостроительного объекта от получения заказа на изготовление, конструкторской и технологической его подготовки до сдачи его заказчику.

Процессная модель управления относится к организационному уровню и связана с постоянным совершенствованием конструкции процессов. В ее основе лежит так называемый цикл Шухарта-Деминга [2]. Интерпретация PDCA:

PLAN – DO – CHECK - ACT

трактуется как

ПЛАНИРУЙ - ДЕЙСТВУЙ (ПРОБУЙ) - ПРОВЕРЯЙ (ИЗУЧАЙ) - ВНЕДРЯЙ

С одной стороны мы имеем достаточно простую и интуитивно понятную схему действий, однако и в этом случае, трудно сформулировать однозначные требования к выполнению задач, так как при каждом возврате к любому предыдущему действию происходит непрогнозируемое наслоение информации и вполне может произойти потеря исходного состояния.

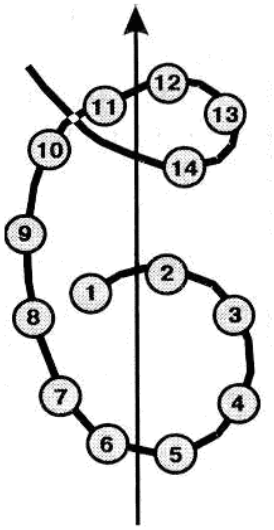
Определенный интерес вызывают также работы Джурана [3]. Им разработана знаменитая «спираль качества» - вневременная пространственная модель, определившая основные стадии непрерывно развивающихся работ по управлению качеством (рисунок 1).

В исследованиях Джурана по организации и управлению качеством непрерывное улучшение подразумевает, что на смену политике стабильности приходит политика изменений.

Несмотря на то, что модели Деминга и Джурана относятся исключительно к области управления качеством, они могут быть использованы и для построения циклических моделей накопления информации при выполнении работ конструкторской, технологической и материально-технической подготовок производства.

Подобная концепция управления предприятием рассматривается в принимаемой на предприятиях системе менеджмента качества, соответствующей стандартам серии ИСО 9000. Однако эта концепция часто принимается формально и не внедряет в управление ее положительных качеств.

С другой стороны конструкторская и технологическая документации содержат технологические процессы ремонта (изготовления) детале-сборочной единицы (ДСЕ) конструкции судна. Фактически это бизнес-процесс, содержащий перечень (цепочку) операций изготовления изделия. Действительно, конструкторская документация включает такие сведения о ДСЕ, как: структура, состав изделия, спецификации, перечень покупных комплектующих, чертежи, схемы. Технологическая информация содержит: технологические процессы изготовления каждой ДСЕ конструкции изделия, перечни необходимых материалов, оборудования, оснастки. Вся эта информация необходима для организации процесса судоремонтного производства.



1 –

Рисунок 1 - Спираль качества Джурана

1 - исследования рынка; 2 - разработка проектного задания; 3 – НИОКР; 4 – составление ТУ; 5 – технологическая подготовка производства; 6 – материально-техническое снабжение; 7 – изготовление инструмента, приспособлений и измерительных средств; 8 – производство; 9 – контроль производственного процесса; 10 – контроль готовой продукции; 11 – испытание продукции; 12 – сбыт; 13 – техническое обслуживание; 14 – исследование рынка.

Выводы

Таким образом, именно конструкторская и технологическая подготовка производства формирует бизнес-процессы, как подготовки производства, так и самого изготовления изделий. От того насколько качественно будут сформированы бизнес-процессы конструкторами и технологами зависит работа всего предприятия и эффективность организации судоремонтного производства. Ведь на основании этих бизнес-процессов производится и материально-техническая подготовка производства, и планирование, и сам процесс производства.

Список литературы

1 Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): Учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова и др.; Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. – М.: Высш. шк., 2003. - 470 с.: ил.

2. **Deming W. Edwards** The New Economics for Industry, Government, Education - 2nd. - MIT Press, 2000. - ISBN 0-262-54116-5.

3. **Juran J. M.** Architect of Quality. The autobiography of Dr.Joseph M. Juran. McGraw-Hill, 2004, pp. 379.

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

2.1 ПІДСЕКЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СУДЕН

Голова (президія) підсекції: д.т.н., проф. Нєкрасов В.О.
Секретар: ст. викладач Клева Я.А.

жовтня 2017 року **Головний корпус НУК**
14.30 **Ауд.313**

УДК 629.5.01:656.6

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ И ПАРОМОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Егоров Г. В., д.т.н., профессор, генеральный директор
Колесник Д. В., руководитель механического отдела
Осадчий Е. А., заместитель руководителя механического отдела
Морское Инженерное Бюро

Большинство организаций из системы ООН, в том числе ИМО, включило в свою деятельность существенную экологическую составляющую, ориентированную на переход к устойчивому развитию человечества. Примером является поэтапное ужесточение в соответствии с Приложением VI МК МАРПОЛ требований к выхлопным газам двигателей судов по содержанию в них оксидов серы, азота и твердых частиц.

Наиболее жесткие ограничения установлены для Районов Контроля Выбросов (Emission Control Areas – ECA), к числу которых сейчас относят Балтийское и Северное моря, прибрежные воды США и Канады. В настоящее время ИМО обсуждает расширение ECA за счет Средиземного моря, побережья Японии и др. Значительную часть ходового времени отечественные суда смешанного река-море плавания (ССП), в т.ч. танкеры проекта RST27 [1] (на сегодняшний день построено 40 судов), а также новые железнодорожные паромы проекта CNF19M, могут эксплуатироваться в пределах ECA. В случае включения в список ECA Средиземного моря, вопрос о соответствии требованиям по выбросам станет перед судовладельцами ССП наиболее остро.

В докладе приведен поиск таких технических решений, которые позволят решить проблему с выбросами от двигателей для перспективных серий судов смешанного плавания на примере танкера проекта RST27 и пароме проекта CNF19M.

Наиболее важным фактором, определяющим возможность применения СПГ в качестве топлива на судах, работающих в отечественных портах, является обеспеченность снабжения судов газовым топливом в необходимом объеме.

Основной круг вопросов, который решен в докладе для обеспечения применения на танкере проекта RST27 (см. рисунок 1) ПГ в качестве топлива:

- выбор главных двигателей для работы на ПГ с сохранением концепции прямой передачи крутящего момента на винт;
- выбор и размещение вспомогательного оборудования, необходимого для работы главных двигателей на ПГ;
- проверка возможности применения ПГ для паровых котлов и дизель-генераторов;
- выбор способа хранения ПГ, выбор емкостей для хранения и их размещение на судне;
- обеспечение безопасной эксплуатации танкера при наличии ПГ на борту.

Рисунок 1. Общий вид танкера-газохода смешанного плавания проекта RST27

Новый концепт железнодорожного парома проекта CNF19M (см. рисунок 2) – это стальное самоходное судно-газоход с ледовой категорией Arc4 с бульбообразным форштевнем, с одной грузовой палубой, обеспечивающей размещение 80 железнодорожных вагонов в одной плоскости без применения грузовых лифтов, кормовым расположением машинного отделения, с дизельной пропульсивной установкой, кормовым подруливающим устройством, и двумя носовыми подруливающими устройствами.

Технической особенностью разработанного проекта парома нового поколения, является соответствие самым современным требованиям по безопасности, включая требования по экологической безопасности – он работает на СПГ.

Это современное, безопасное и экономичное судно, которое позволит совершать 135 круговых рейсов в год, перевозить 8910 вагонов в год или 534 600 тонн груза. Продолжительность рейса при условии бункеровки во время грузовых операций – 2,7 суток.

Варианты заправки: с автопоездов-газовозов, с судна-бункеровщика, с портовой бункер-станции, с помощью газовых танк-контейнеров.

Примеры всех решений по заправке газомоторным топливом в мировой практике уже есть.

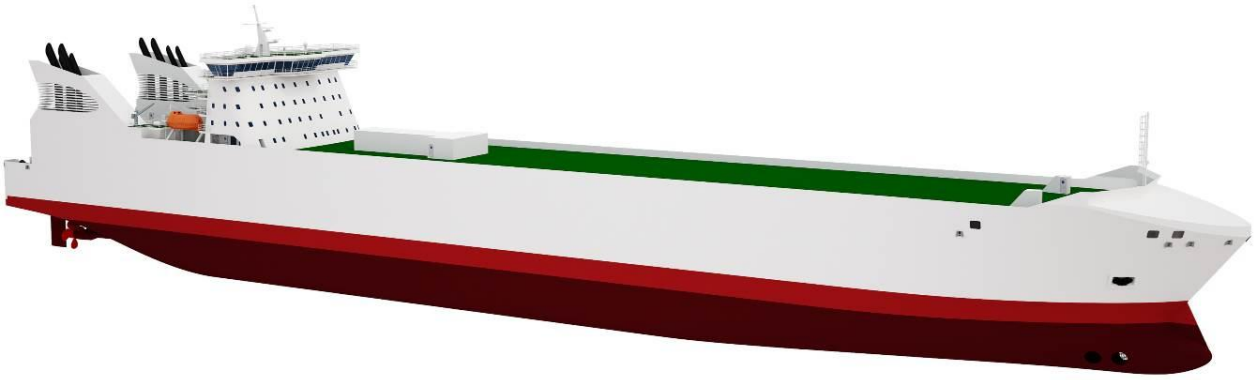


Рисунок 2. Общий вид парома проекта CNF19M

Выводы

1. Применение ПГ в качестве основного судового топлива на судах смешанного плавания и железнодорожных паромах обладает принципиальными преимуществами по сравнению с использованием малосернистого ДТ или ТТ с скруббер-системами очистки выхлопных газов от окислов серы, так как позволяет полностью исключить выбросы серы, существенно сократить выбросы оксидов азота и углерода, а также твердых частиц и уровень выбросов окислов азота (NOX) соответствует требованиям МАРПОЛ Tier III, которые вступили в силу с 1 января 2016 года, без применения дополнительных систем очистки газов.

2. Использование технического опыта и возможностей криогенной техники позволит за короткий срок обеспечить широкое применение СПГ на судах. Создание береговой инфраструктуры заправки судов природным газом не потребует продолжительного времени и больших капитальных затрат.

3. Что касается использования ТТ на танкерах, оборудованных для использования ПГ, то нет никакого смысла демонтировать системы ТТ при переоборудовании уже построенных танкеров. В случае

строительства новых судов, окончательное решение остается за судовладельцами, и будет зависеть от предполагаемого района эксплуатации судов, а также от цен на жидкое и газообразное топливо.

Список литературы

2. **Егоров Г.В., Тонюк В.И.** Танкер смешанного река-море плавания дедвейтом в реке/море 5427/7030 тонн пр. RST27 типа «ВФ танкер» с экстремально полными обводами [Текст] // Судостроение и судоремонт, – 2013. - № 57-58. - С. 22 - 35.

УДК 629.5.01:656.6

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ УНИКАЛЬНОГО КОМБИНИРОВАННОГО СУДНА СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩЕГО ОБЕСПЕЧИТЬ ЗАГРУЗКУ В ОБЕ СТОРОНЫ РАЗНОРОДНЫМИ ГРУЗАМИ

Егоров Г. В., д.т.н., профессор, генеральный директор
Тонюк В. И., технический директор, главный конструктор
Ворона О. А., руководитель отдела остойчивости
Бутенко Н.Ф., руководитель отдела прочности
Морское Инженерное Бюро

Комбинированные суда проекта RST54 являются логическим продолжением реализации выполненных Морским Инженерным Бюро исследований по созданию судов смешанного река-море плавания нового поколения, а также развитием проекта RST27, по которому, начиная с 2012 года, было построено 40 судов и еще 7 судов строятся (включая модернизацию проекта RST27M) [1].

Главной особенностью комбинированных судов смешанного река-море плавания проекта RST54, по сравнению с иными судами нового поколения, является расширение спектра перевозимых грузов – проектные грузы, химия, сочетание сухих и наливных грузов на одном судне. Общее расположение судна проекта RST54 представлено на рисунке 1.

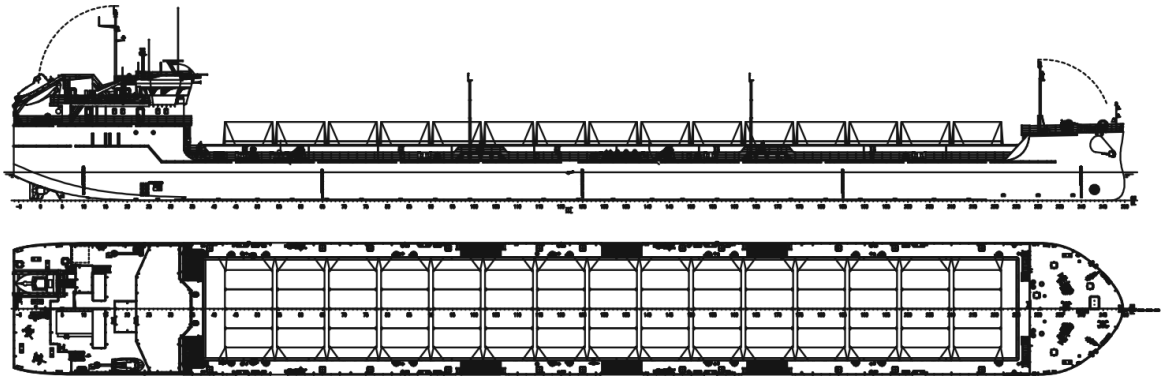


Рисунок 1. Общее расположение судна проекта RST54

Перевозка нефтеналивных грузов с ограничением по температуре вспышки паров выше 60°С осуществляется в десяти грузовых танках вместимостью 5446 м³ и двух отстойных танков вместимостью 207 м³, Все танки отделены от наружной обшивки при помощи двойного дна и двойных бортов. Размеры двойных конструкций отвечают требованиям международной конвенции МАРПОЛ 73/78. Для перевозки сухих грузов, не боящихся подмочки (металл, щебень, контейнеры и т.п.) используется грузовое пространство на главной палубе, имеющее ограждение высотой 2,0 м – бункер площадью 1281 м^2. В качестве основного груза предусмотрена перевозка 4700 т щебня.

Перевозка контейнеров осуществляется в два яруса. Предусматривается размещение тяжелых 120 TEU массой по 36 тонн, которые нельзя перевозить автопоездами. Электростанция судна позволяет также перевозить 45 рефрижераторных контейнеров.

Предусмотрена также возможность установки на судне специальных съемных кассет, образующих дополнительно две автомобильные палубы. Погрузка/выгрузка автомобилей осуществляется своим ходом при помощи береговых аппарелей. Количество перевозимых автомобилей зависит от их габаритных размеров (от 350 до 270 единиц).

Прочность продольного и поперечного набора корпуса в районе грузовой зоны при загрузках как сухим грузом, так и наливом обеспечивается с заметным запасом.

Остойчивость судна во всех эксплуатационных случаях загрузки удовлетворяет требованиям правил классификационного общества. Например, остойчивость при перевозке на палубе 4700 т щебня (УПО 0,75 м^3/т) обеспечивается за счет приема 635 тонн водяного балласта.

Выводы

Результаты эксплуатации семи судов серии проекта RST54 полностью подтвердили принятые при разработке концепции новые решения.

Принципиальной особенностью нового концепта «Волго-Дон макс» класса является «расшитие» узких мест внутреннего водного транспорта за счет новых технических решений. Другими словами, происходит увеличение провозоспособности за счет максимального использования фактических путевых условий (максимально возможные длина, ширина судна), а главное – за счет экстремально полных обводов, ранее не применявшихся в мировой практике.

Применение комбинированных судов обеспечивает загрузку в обе стороны (нефтеналивные грузы – в одну и сухогрузы – в обратную), при этом позволяет снизить нагрузку на автодороги – за счет перевозки легковых автомобилей, которые обычно везут на грузовиках-автомобилевозах, перевозки контейнеров с массами, недопустимыми для транспортировки автопоездами по условиям максимальной нагрузки на трассах.

Список литературы

3. **Егоров Г.В.** «Линейка» танкеров смешанного река-море плавания Морского Инженерного Бюро [Текст] // Морская Биржа, - 2014. - №3 (48). - С. 28-35.

УДК 629.5

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ СОВРЕМЕННЫХ КОНЦЕПТОВ РЕЧНЫХ ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОПАССАЖИРСКИХ СУДОВ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Егоров Г. В., д.т.н., профессор, генеральный директор
Егоров А. Г., к.т.н., старший научный сотрудник
Морское Инженерное Бюро

Анализ пассажиро- и грузоперевозок по регионам, морально и физически устаревший флот пассажирских и грузопассажирских судов для местных линий, проблемы с отсутствием флота с необходимыми ледовыми усилениями для возможности эксплуатации в период льдообразования и ледохода показывают необходимость строительства речных пассажирских грузопассажирских судов нового поколения для местных линий, в том числе, с усиленным ледовым классом.

Средний возраст речных пассажирских судов для местных линий составляет 36 лет. Средний возраст речных пассажирских паромов для местных линий составляет 30,2 года. Средний возраст всего речного пассажирского флота для местных линий составляет 33,1 года.

Нормативный срок эксплуатации судов составляет 25-35 лет при максимально возможном сроке эксплуатации 40 лет. Таким образом, уже сейчас должно быть списано более 50% эксплуатируемого в настоящее время флота, что, безусловно, приведет к обвалу объемов пассажироперевозок на речном транспорте и для многих регионов страны обернется транспортным коллапсом (регионы, где нет альтернативы речным перевозкам).

В целом ситуация характеризуется острой необходимостью в развитии местных и межрегиональных пассажирских перевозок, что в первую очередь связано с решением проблемы их экономической эффективности. Эксплуатация пассажирского флота осуществляется либо на направлениях, дотируемых местными бюджетами (социальные перевозки), либо в туристических целях. Размеры требуемых дотаций тем больше, чем меньше приспособлены суда к условиям эксплуатации.

Основной формой организации движения пассажирского флота является линейная. Обоснование схемы линий проводится на этапе подготовки плана эксплуатационной работы судоходной компании на предстоящую навигацию. Сущность задачи состоит в том, чтобы на основе размеров пассажиропотоков по отдельным направлениям и состава пассажирского флота установить конкретные линии работы для каждого типа судна с учетом полного удовлетворения потребностей в пассажирских перевозках с минимальными транспортными расходами.

Решающее значение в организации перевозок и, соответственно для типа модели функционирования пассажирского или грузопассажирского судна, имеет среднее значение приемлемого для пассажиров времени ожидания судна. Организация обслуживания в режиме случайного вызова (при «созревании» заявки по мере накопления пассажиров) при наличии мобильной связи может использоваться в

местах спорадического появления пассажиров, но для отечественных условий такое решение мало подходит (хотя в принципе, может быть использовано для мегаполисов в виде «речного такси»).

Основными проблемами речных пассажирских перевозок являются:

- убыточность пассажирских перевозок (высокая себестоимость эксплуатации судов, использование судов, не в полной мере приспособленных к условиям эксплуатации, в ряде случаев – отсутствие широкого платежеспособного спроса на перевозки и т.д.);
- сезонность работы предприятий, эксплуатирующих флот пассажирских судов для местных линий;
- отсутствие освещаемой обстановки на ВВП бассейна в период темных ночей, вдвое снижающее использование флота;
- устаревший флот пассажирских судов для местных линий;
- техническая отсталость и неприспособленность судов к условиям эксплуатации (отсутствие нужных современных судов, их неприспособленность для внутренних линий, их недостаточная комфортность, непривлекательность для туризма, неполное соответствие береговой инфраструктуре и т.д.);
- специфичность условий эксплуатации (удаленность и необорудованность портопунктов, сезонность, несбалансированность грузо- и пассажиропотоков, и т.д.);
- разрушенные причальные стенки – невозможность швартовки пассажирским судам для местных линий;
- ограниченное финансирование из бюджета убытков по пассажирским перевозкам, препятствующее проведению полноценных ремонтов и развитию инфраструктуры, используемой для осуществления пассажирских перевозок на местных линиях;
- относительно высокая стоимость строительства и эксплуатации новых пассажирских судов, отсутствие средств на приобретение современного флота, значительная потребность в средствах для строительства и эксплуатации береговой инфраструктуры и т.п.

Выводы

Для развития пассажирских перевозок необходим новый, современный, привлекательный пассажирский и паромный флот, имеющий минимум потребности в дотациях. В докладе приведены соответствующие концепты (проекты PV11, PV16, PV16M, PV14, RPF15, RPF14 Морского Инженерного Бюро), определены требования к новым речным пассажирским и грузопассажирским судам на основании анализа состояния пассажирских перевозок.

Потребность в пассажирских судах для пригородных и местных линий можно (на начальной стадии) определить как число судов, необходимое для постепенного обновления действующего флота.

Список литературы

4. Справочник эксплуатационника речного транспорта [Текст] / М.Д. Амусин, В.С. Бубякин, К.А. Гаринов и др. Под ред. С.М. Пьяных. - М.: Транспорт, 1995. - 360 с.

УДК 629.5

СОЗДАНИЕ НОВЫХ РЕЧНЫХ НЕСАМОХОДНЫХ СУДОВ ДЛЯ ДУНАЙСКОГО РЕГИОНА С УЧЕТОМ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ

Егорова О. Г., научный сотрудник
Морское Инженерное Бюро

В докладе рассмотрена история создания судов типа «Европа-2Б». Их главные размерения максимально приближены к путевым ограничениям водных путей системы «Дунай – Майн – Рейн» (ДМР). Проанализированы опасности, которые могут привести к повреждениям корпуса барж в течение всего срока службы; при эксплуатации барж фиксировались многочисленные повреждения, полученные во время погрузки-выгрузки.

Сравнительный анализ показал значительное превосходство корпусов барж, набранных по продольной системе набора, над корпусами барж с традиционной поперечной системой.

Предложен набор конструктивных мер по улучшению прочности и надежности рассмотренных барж, положительно влияющих на показатели экономической эффективности.

Подавляющее большинство переломов корпусов барж, особенно в системе ДМР, где практически нет значимого волнения, происходит из-за потери устойчивости элементов сжатого пояска эквивалентного бруса, что, безусловно, связано с широким применением в европейском речном судостроении поперечной системы набора.

Количественный и качественный рост стандарта общей прочности, с помощью которого можно парировать выше перечисленные опасности, может быть обеспечен следующими мероприятиями:

- увеличением толщин и размеров связей, т.е. увеличением металлоемкости корпусов;
- изменением методики расчета усилий от общего изгиба за счет увеличения для отдельных классов расчетного дополнительного (волнового и ударного) изгибающего момента;
- введением учета неравномерности загрузки судов и затопления пиков;
- изменением методики расчета общей прочности за счет увеличения коэффициентов запаса;
- сменой поперечной системы набора крайних поясков эквивалентного бруса на продольную;
- для продольной системы набора увеличением устойчивости продольных ребер жесткости (РЖ) за счет уменьшения рамной шпации и увеличения момента инерции поперечного сечения профилей продольных РЖ.

Выводы

Принятые в докладе конструктивные решения обеспечили большую надежность корпусов барж новых проектов Морского Инженерного Бюро (1635ОУ, 1635ОМДЛ, RDB06), чем судов ранней постройки, набранных по поперечной системе набора.

Список литературы

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

УДК 621.12.001

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРАКТИКЕ ТРЕБОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ О КОНТРОЛЕ СУДОВЫХ БАЛЛАСТНЫХ ВОД И ОСАДКОВ И УПРАВЛЕНИИ ИМИ

Егоров Г. В., д.т.н., профессор, генеральный директор
Нильва А. Е., к.т.н., старший научный сотрудник
Колесник Д.В., руководитель механического отдела
Морское Инженерное Бюро

Для предотвращения экологических проблем была принята специальная Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими 2004 года (Конвенция BWM-2004), которая требует для новых судов (а через некоторое время и для существующих судов) наличия на борту специального оборудования для обработки (очистки) балласта – системы обработки балластных вод или СОБВ.

Первыми российскими судами с СОБВ на борту будут танкеры проектов RST27 (см. рисунок 1), RST27M и RST25, а также сухогрузы проектов RSD49 и RSD59 Морского Инженерного Бюро.

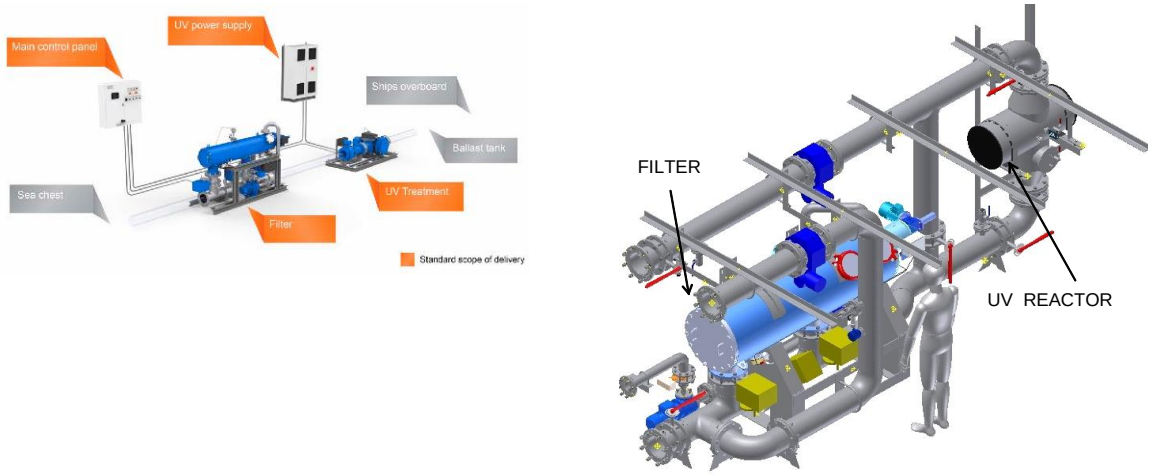


Рисунок 1. Внешний вид оборудования СОБВ, устанавливаемый на танкере-химовозе проекта RST27

Требования BWM-2004 распространяются на все суда (за исключением приведенных в Конвенции) валовой вместимостью 400 и более, вне зависимости от их даты постройки и типа, которые имеют право плавания под флагом Стороны, подписавшей Конвенцию.

Предусмотрено два стандарта управления балластными водами: D-1 и D-2:

1. Стандарт D-1 предполагает возможность смены балласта в открытом море, не ближе 50 морских миль от берега, где глубина не менее 200 метров. Суда должны производить либо замену балластных вод с эффективностью, составляющей 95% от их объема либо прокачку трехкратного объема каждого балластного танка.

Такая замена балласта в море (или прокачка) должны осуществляться в соответствии с одобренным классом специальным Планом управления балластными водами и фиксироваться в специальном Журнале операций с балластными водами. Журнал хранится на судне в течение двух лет после внесения в него последней записи, а после этого – под контролем компании в течение не менее трех лет.

2. Стандарт D-2 требует наличия на борту специального оборудования для обработки (очистки) балласта – системы обработки балластных вод или СОБВ. В нем устанавливается минимальное количество живых организмов, которые могут содержаться в балластной воде, подвергнутой обработке с помощью этой специальной системы.

Суда, киль которых заложен 8 сентября 2017, или после этой даты, должны быть построены уже имея на борту СОБВ.

Остальным судам дан переходный период – они должны быть дооборудованы СОБВ к первому после 8 сентября 2017 года очередному освидетельствованию. До этого они должны отвечать стандарту D-1, т.е. им разрешено балласт менять в море.

В докладе приведены идентификация опасностей для судна при смене балласта в море, рекомендации по контролю и управлением риском, описана процедура по безопасной смене балласта в море.

При разработке проекта установки СОБВ на существующих судах необходимо обеспечить следующее:

- судовое пространство для размещения системы и ее трубопроводов;
- достаточную мощность судовой электростанции;
- наличие балластных насосов необходимого напора с учетом потерь давления в системе обработки балластных вод;
- доступ для возможности удаления осадков и их выдачи в приемные сооружения;
- доступ для отбора проб балластных вод и осадков;
- учесть возможные особенности конструкции существующей балластной системы (балластные насосы расположены в разных помещениях, несколько выпускных отверстий, грузовой танк используется как балластный танк и пр.).

Выводы

Методы обработки водяного балласта и его сдачи в портах в состоянии решить поставленную задачу, но стоимость подобных мероприятий высока. Затраты по приведению к требованиям BWM-2004 на существующем судне уже могут быть близки к 500-800 тыс. долларов и выше. Для нового (т.е. построенного относительного недавно) судна «Волго-Дон макс» класса такая СОБВ, в зависимости от производителя, стоит около 210-270 тыс. долларов, а с учетом работ расходы составят до 350 тыс. долларов на судно.

Поэтому для существующих судов в рамках действующих технических и экономических условий в течении максимум пяти лет вполне возможен для реального применения метод смены балласта в районах с глубиной моря более 2000 м, в открытом море, за пределами 200-мильной прибрежной зоны.

Обоснование возможности применения такого метода Морского Инженерное Бюро успешно разработало и применяет для каждого конкретного судна по запросу Заказчика.

Список литературы

6. Егоров Г.В. Технические проблемы смены балласта в море для минимизации переноса вредных водных организмов и патогенов [Текст] // Экологические проблемы Черного моря: Сб. научн. ст. / ОЦНТЭИ - Одесса: ОЦНТЭИ, 1999 - С. 93-97.

УДК 629.5:532

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТО-РУЛЕВОЙ КОЛОНКИ С ПОМОЩЬЮ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Печенюк А. В.

В настоящее время численные методы часто применяются для решения различных задач гидромеханики судна. В том числе большой интерес вызывают подходы к численному моделированию работы судовых движителей [1, 2]. Одним из современных типов движителей является винто-рулевая

колонка (ВРК), разновидность современного азимутального или полноповоротного движителя – единого средства обеспечения ходкости и управляемости судов.

Устройство ВРК обуславливает значительное гидродинамическое взаимодействие между гребным винтом и обтекателем, в котором расположены ее механизмы. Обтекатель влияет на поле скоростей в диске гребного винта, а также испытывает дополнительное сопротивление (засасывание) из-за ускорения потока работающим гребным винтом. Прогнозирование этих явлений, а также поиск оптимальных характеристик гребных винтов и форм обтекателей, обеспечивающих лучшее взаимодействие в составе ВРК, является актуальной задачей, которую можно решать с помощью численного моделирования. Кроме того, выработка корректного подхода к численному моделированию ВРК, работающей как движитель в осевом набегающем потоке, является необходимым этапом на пути к решению более сложных задач маневренности судна, в которых направление набегающего потока не совпадает с осью винта.

Объектом исследования является ВРК, спроектированная для судна специального назначения с высокими ледовыми качествами. Для получения основных гидродинамических характеристик движителя в Крыловском государственном научном центре была изготовлена модель ВРК, включающая макет обтекателя и модельный гребной винт диаметром 0,2 м, и выполнены соответствующие экспериментальные исследования по определению кривых действия в свободной воде. Результаты показали, что ВРК как единый комплекс обладает существенно худшим КПД, чем отдельно взятый гребной винт.

Для численного моделирования работы ВРК в ПК FlowVision была применена физическая модель на основе модели несжимаемой жидкости, которая в целом аналогична используемой при моделировании обтекания судовых корпусов [3]. В отличие от нее, нет необходимости моделировать свободную поверхность с помощью метода VoF, поскольку кривые действия в свободной воде, как правило, получают в условиях, исключающих заметное влияние свободной поверхности.

Другим отличием является применение более сложных подходов к моделированию вязкостных явлений, особенно в пограничном слое (ПС) лопастей гребного винта. Моделирование турбулентности предусмотрено с помощью низкорейнольдсовой модели турбулентности SST [4, с. 1295], которая по сравнению со стандартной k-ε моделью обеспечивает повышенную точность при $y+ < 300$. Для расчетов без пристенных функций на лопастях гребного винта впервые был использован подход, который состоит в построении химерной приповерхностной сетки OBL [4, с. 388 и с. 1350]. Полученные результаты в традиционной форме кривых действия представлены на рис. 1 (расчетные данные помечены в легенде “CFD”).

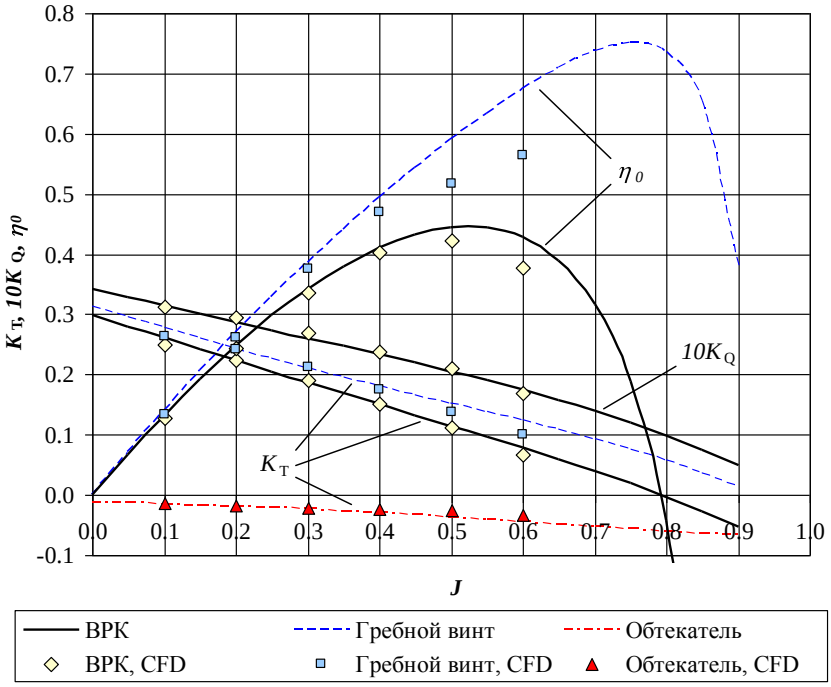


Рис. 1. Кривые действия ВРК в свободной воде по результатам численного моделирования

Как видно из рис. 1, кривые действия ВРК по данным экспериментального и численного моделирования вполне удовлетворительно согласуются между собой. Значительно хуже совпадают коэффициенты упора отдельных компонентов – гребного винта и обтекателя, а также КПД отдельно взятого винта. Однако в случае численного моделирования метод получения характеристик для компонентов ВРК отличается от экспериментального. В эксперименте для этого используются отдельные динамометры,

соединенные с моделями винта и обтекателя. В численном же расчете значения сил и моментов получены интегрированием по отдельным граничным условиям, которые выделены на общей поверхности ВРК. Таким образом, в численном расчете разделение ВРК на отдельные тела носит условный характер, и распределение сил между ними может несколько отличаться от экспериментального.

Помимо расчетов ВРК были выполнены и расчеты изолированного гребного винта, входящего в состав колонки, повторяющие соответствующие экспериментальные работы. Исследование влияния режимов течения в ПС лопастей изолированного винта на его упор и момент показало, что, в отличие от случая работы в составе ВРК, силы и моменты лучше соответствуют ламинарному обтеканию. Был выполнен анализ возможных причин изменения режима течения в условиях эксперимента, а также влияния этого явления на разницу в КПД изолированной модели гребного винта и ВРК как комплекса.

Выводы: В целом результаты расчетов, на наш взгляд, показали, что использованные численные технологии вполне позволяют осуществлять численное моделирование работы гребных винтов, установленных на судовых ВРК. Достаточно высокая точность результатов при этом достигается за счет применения химерных приповерхностных сеток OBL. Важным направлением для дальнейшего развития технологий моделирования сложных явлений в ПС судовых гребных винтов представляется разработка и развитие специальных моделей ламинарно-турбулентного перехода.

Библиографический список

1. Seil G.J., Lundberg J., Petersson G. CFD Calculation and Experimental Validation of a KaMeWa High-skew marine propeller [Текст] / Rolls-Royce // Proc. of CFD Technology in Ship Hydrodynamics (CFD 2003). – London, UK, 6-7 February, 2003.
2. Панов Д.О., Смирнов Е.М., Таранов А.Е., Лобачев М.П. Моделирование ламинарно-турбулентного перехода в задаче численного определения кривых действия гребного винта [Текст] / Д.О. Панов, Е.М. Смирнов, А.Е. Таранов, М.П. Лобачев // Труды КГНЦ. – 2013. – № 78 (362). – С. 29–42.
3. Печенюк А.В. Эталонное тестирование ПК FlowVision в задаче моделирования обтекания судна [Текст] / А.В. Печенюк // Компьютерные исследования и моделирование. – 2014. – Т. 6. – С. 889–899.
4. FlowVision, версия 3.10.01 (2017): Руководство пользователя [Текст] / ООО ТЕСИС. – М.: ООО ТЕСИС, 2017. – 1364 с.

УДК 629.5.067.8

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ СУДНОВИХ ОТВОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУМИННИХ ВОДОГАЗОВИХ ЕЖЕКТОРІВ

С.О. Гринчак**,** капітан 2 рангу,
Управління кораблебудування ВМС ЗС України

Отвори на судні призначені для повідомлення між окремими суміжними приміщеннями або для виходу на відкритий простір палуби. Закриття отворів забезпечують двері і люки, які встановлюються в суднових захисних обгороджуваннях (перегородках, палубах). Специфіка використання суднових отворів обумовлює ряд вимог, що пред'являються до них, стосуються підбору матеріалів для їх виготовлення, їх надійності, міцності, якості.

На дійсний час проектування отворів усередині судна, є ретельно розробленою методикою конструювання, яка є невід'ємною частиною проектування загальної протипожежної системи судна.

Однією з найважливіших вимог, що пред'являються до суднових отворів (їх закриттю), є їх вогнестійкість і здатність реагування на аварійні ситуації, а саме швидкість закриття і якість локалізації наслідків займань.

Застосовно для суднових пожеж це зводитися до герметизації аварійного приміщення або відсіку. Проте, накопичений досвід боротьби з судновими пожежами показує, що за проміжок часу між початком пожежі (займанням і початком утворення продуктів згорання) і моментом герметизації значна частина високотемпературних димових газів через отвори виходить за межі аварійного приміщення. Це, у свою чергу, утрудняє ведення боротьби з пожежею.

Слід зауважити, що при пожежі в найкоротший час у верхній частині приміщень скупчується велика кількість диму і піднімається висока температура. Ці чинники є небезпечними для людей, що покидають відсік і можуть привести як до отруєння чадними газами, так і до термічних опіків.

З вище викладеного витікає, що серед комплексу завдань забезпечення суднового протипожежного захисту однієї з важливих являється завдання зниження газообміну через відкриті отвори. Пошук шляхів

рішення цієї задачі, розробка методів проектування суднових отворів з можливістю управління газообміном при пожежі дозволить покласти основу удосконалення проектування системи протипожежної безпеки судна і поставить питання про оновлення тактики ведення боротьби з судновими пожежами.

Відповідно з вимогами РД 31.81.01-87 “Вимоги з техніки безпеки до морських суден” до протипожежного захисту корабля мають входити заходи щодо обмеження розповсюдження вогнища та диму з аварійного приміщення, а також запобігання тяги і газового обміну із суміжними приміщеннями.

На практиці при проектуванні суден зазначені заходи практично не реалізуються унаслідок недоліку технічних засобів для цього, а ті які застосовуються громіздкі за своїми габаритами.

Для більшої безпеки евакуації особового складу з приміщень (енергетичного відсіку) на деяких суднах передбачена система зрошування вахт і сходу, що є трубопроводом із зрошувачами, підключеним до водяної протипожежної системи. Принцип дії системи заснований на поданні води крупнодисперсного розпорошення (0,6 - 1,2 мм) в районі аварійних трапів.

Основним недоліком такого способу є те, що цей спосіб охолоджує конструкції сходу і трохи охолоджує газоповітряне середовище, але не виключає поширення димових газів через відкритий люк за межі аварійного приміщення. Крім цього розпорошена вода відкритим способом завдає значних пошкоджень електроустаткуванню корабля та виводу необхідних систем з ладу.

Недоліків, що виникають при застосуванні системи зрошування вахт і сходів можливо уникнути, якщо для захисту шляхів евакуації з ЕВ корабля застосувати систему місцевого підпору повітря, що утворюється потоком парогазоповітряної суміші спрямованої в ЕВ за допомогою використання системи без-іскрових побудників витрати на базі СВГЕ.

Встановлено, що при роботі СВГЕ, який розташований в середині приміщення відбуваються наступні процеси:

з верхньої частини приміщення інтенсивно відбираються димові гази, що сприяє зниженню надлишкового тиску та зниженню інтенсивності виходу димових газів через дверний отвір у суміжні приміщення;

у нижню частину приміщення подається інертна суміш (охолоджені, зволожені димові гази з малим процентним вмістом кисню), що сприяє зниженню інтенсивності підсмоктування повітря із суміжного приміщення через відкритий отвір.

Отже, при роботі СВГЕ в аварійному приміщенні виникає ефект “природньої герметизації”, тобто зниження інтенсивності газообміну при відкритих отворах. Цей ефект дає можливість вести боротьбу з пожежею у відсіку при відкритих перебіркових дверях.

Однак дотепер не розглядались можливості удосконалення проектування суднових отворів з встановленням в них СВГЕ із метою локалізації процесів розвитку пожежі та недопущення витоку диму із аварійних приміщень. При чому, удосконалення повинні передбачити конструктивні рішення для обладнання як отворів у вертикальних огородженнях (дверях), так і отворах в горизонтальних перекриттях (люках).

Для використання на отворах у вертикальних конструкціях, що захищають (дверних отворах), систему представлено на рисунку 1.

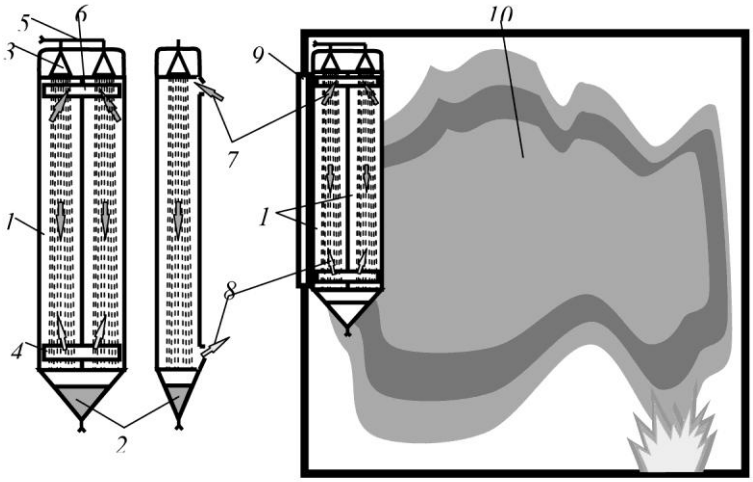


Рисунок 5.1 – Схема встановлення системи місцевого підпору повітря для використання в отворах у вертикальних обгороджуваннях на базі СВГЕ.

Примітки:

1 – корпус СВГЕ; 2 – роздільник з системою відведення відпрацьованої робочої рідини; 3 – багатоструменева форсунка; 4 – щілинний забірник повітря; 5 - трубопровід робочої рідини; 6 - щілинний канал для виведення інертного парогазоповітряного середовища; 7 - газоповітряне середовище, що ежектується; 8 - інертна парогазоповітряна суміш, що виводиться із СВГЕ; 9 - дверний пройом; 10 – димові гази.

Система підпору повітря в аварійному люку схематично представлено на рисунку 2.

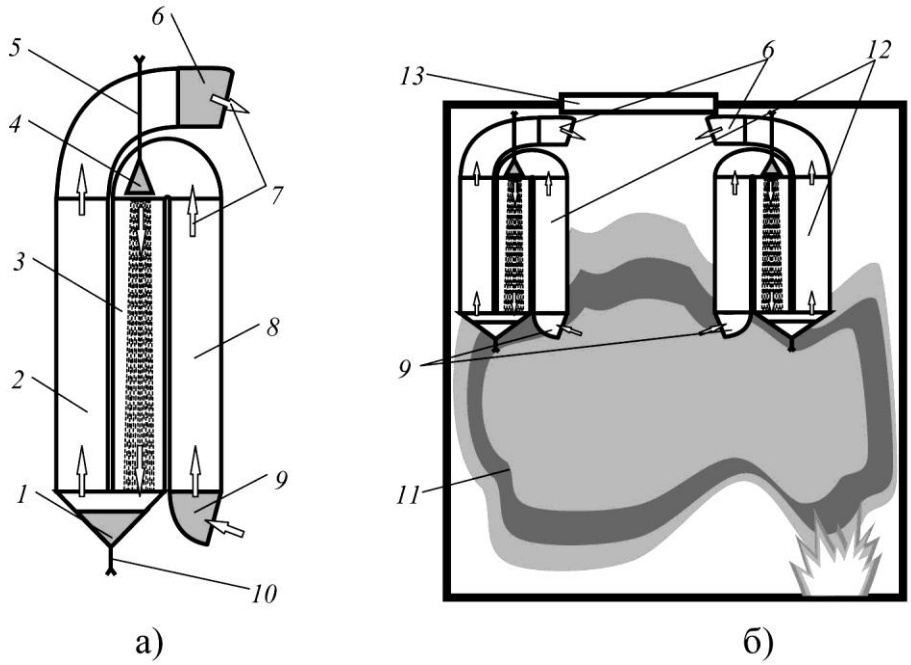


Рисунок 5.2. – Система підпору повітря в аварійному люку

Примітки

а) пристрій підпору повітря в аварійному люку;

б) Спосіб застосування пристрою для підпору повітря в аварійному люку.

1 – роздільник; 2 – направляючий патрубок; 3 – корпус СВГЕ; 4 – багатоструменева форсунка; 5 - трубопровід робочої рідини; 6 - вихідний колектор; 7 – рух газової фази в корпусі струминного водогазового ежектора; 8 - направляючий патрубок вхідної частини; 9 – вхідний колектор; 10 – система відведення відпрацьованої робочої рідини; 11 - димові гази; 12 – СВГЕ; 13 – аварійний люк.

Практична можливість проектування конструктивного облаштування способу підпору повітря в отворах (як горизонтальних так і у вертикальних) забезпечується відповідними методиками, а саме:

методикою прогнозування процесу зниження інтенсивності надходження диму в суміжне приміщення при використанні струминного водогазового ежектора, що дозволить розрахувати час, необхідний для зниження концентрації диму до необхідного рівня при заданому горючому завантаженні приміщення, геометричних розмірах приміщення і робочих характеристиках СВГЕ під час проектування отворів судна;

методикою розрахунку конструктивних параметрів СВГЕ, що дозволить визначити необхідну продуктивність СВГЕ і перейти безпосередньо до проектування суднових отворів для заданого судна.

Отже, удосконалення проектування суднового отвору з установкою системи повітряного підпору на зрізі суднового отвору на базі СВГА дозволить отримати ефект “природної герметизації” аварійного приміщення, тобто зниження інтенсивності газообміну при відкритих дверях і дозволить істотно удосконалити протипожежну систему проектованого судна в цілому і реалізувати на практиці вимоги керівних документів до проектування системи протипожежного захисту корабля.

УДК 629.584

СУЧАСНІ ЗАВДАННЯ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ МОРСЬКИХ СИСТЕМ ДЛЯ АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ

[1]Блінцов В.С., [1]Буруніна Ж.Ю., [2]Соколов В.В.

[1]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв,

[2]ДП «ВО Південний машинобудівний завод імені Макарова», м. Дніпро

Безекіпажні морські апарати і системи (БМС, англ. – Unmanned Maritime Systems, UMS) на цей час є магістральним напрямком розвитку морської техніки у провідних морських державах світу. Вони активно застосовуються для вирішення екологічних, пошукових, охоронних, антитерористичних та оборонних завдань [1-4]. На флотах розвинених морських держав світу найбільше застосування знайшли: безекіпажні самохідні автономні підводні апарати (АПА, англ. – Autonomous Underwater Vehicle, AUV); безекіпажні самохідні

прив'язні підводні апарати (ППА, англ. – Remotely Operated Vehicle, ROV); малорозмірні безекіпажні надводні судна (МНС, англ. – Unmanned Surface Vehicles, USV); безпілотні літальні апарати (літаки і гелікоптери морського базування і застосування) (БЛА, англ. – Unmanned Aircraft Systems, UAS).

Ознайомлення з сучасним станом щодо застосування провідними морськими країнами світу безекіпажних засобів морської техніки дає змогу констатувати, що на цей час активно розробляються нові та вдосконалюються існуючі автономні та прив'язні підводні апарати, а також створюються безекіпажні малорозмірні надводні судна та безпілотні літальні апарати морського базування чи застосування.

Аналіз світового досвіду застосування БМС та поглядів іноземних фахівців на їх використання у майбутньому, а також результати аналізу розвитку БМС у провідних морських державах дають змогу визначити основні завдання, до виконання яких можуть успішно залучатися перспективні вітчизняні БМС:

- наукові дослідження гідрофізичних та гідрохімічних характеристик Азовського і Чорного морів;
- освоєння енергетичних ресурсів шельфу Азово-Чорноморського басейну;
- пошук та обстеження підводних потенційно небезпечних об'єктів на морських та річкових акваторіях;
- інспекція морських гідротехнічних та інженерних споруд;
- підводні археологічні дослідження;
- роботи в інтересах безпеки експлуатації акваторій держави.

На цей час морські організації України не мають у своєму складі БМС, що суттєво обмежує їх конкурентоздатність на морі, можливості у вирішенні задач моніторингу підводної і надводної обстановки у виключній економічній морській зоні України та у державних територіальних водах.

До головних проблем створення та широкого застосування БМС на сьогодні можна віднести наступні:

загальнонаукові – правові та соціальні питання ефективного використання БМС, у тому числі й питання юридичної відповідальності за наслідки помилкових дій морських роботів;

прикладні організаційно-технічні – розробка матеріально-технічного, кадрового та оперативно-технічного забезпечення, необхідного для створення та експлуатації БМС (організація спеціалізованих підрозділів, які б займались експлуатацією БМС, розробка навчально-методичного забезпечення для підготовки операторів БМС тощо).

Очевидно, що освоєння нової робототехніки ставить на порядок денний наступні головні напрямки теоретичної, проектно-конструктоської, виробничої та організаційно-кадрової діяльності по створенню та оснащенню підприємств України новими зразками БМС:

розвиток морських технологій у напрямку ефективного застосування нових типів БМС;

розробка типорозмірного ряду БМС як пріоритетного напрямку морської техніки організацій України;

створення та освоєння вітчизняними організаціями нових зразків БМС.

До першочерговиз завдань зі створення і впровадження БМС слід віднести розробку та обґрунтування нових для України безекіпажних (роботизованих) технологій виконання науково-дослідних робіт на морі, збору та оперативного оновлення інформації про надводну та підводну обстановку як складової ефективного управління морською діяльністю України у мирний час, у кризових ситуаціях і в особливий період.

У цьому напрямку необхідно створити нові роботизовані технології моніторингу надводної та підводної обстановки, розробити нову теорію застосування БМС і тактику їх застосування при проведенні пошукових, науково-дослідницьких та спеціальних морських операцій.

Оснащення організацій України засобами БМС знаходиться на початковій стадії і вимагає розробки низки науково-дослідних та організаційно-технічних заходів, зокрема:

розробки концепції створення БМС для рішення задач організацій України;

розробки проектів керівних документів щодо пошуково-рятувального, природоохоронного, протимінного та притидиверсійного забезпечення для вітчизняних організаційУкраїни, які б передбачали застосування БМС;

розробки проектів керівних документів щодо операторів БМС, технічного обслуговування апаратів та допущення їх до виконання завдань за призначенням;

розробки методів проведення підводно-пошукових та підводно-технічних робіт у складних умовах з застосуванням БМС;

розробки пропозицій щодо створення сучасних зразків БМС для забезпечення функціонування єдиної системи висвітлення морської (надводної, підводної та повітряної) обстановки на морі;

розробки проектів технічних завдань на виконання аванпроектів, дослідно-конструкторських робіт щодо створення сучасних зразків БМС для організацій України;

аналізу можливостей підприємств і організацій України щодо розробки та створення БМС та її складових;

розробки пропозицій щодо кооперації зусиль, наукових досліджень по розробці та створенню БМС для морських організацій України;

розробки пропозицій щодо створення базових моделей БМС;

розробки пропозицій щодо створення автоматизованих систем групового управління БМС;

розробки програми створення БМС в інтересах вітчизняних організацій, які ведуть виробничу діяльність на морі.

Висновки.

1. Безекіпажні морські системи належать до високоефективних засобів морської техніки і забезпечують перехід до безлюдних технологій вивчення та освоєння ресурсів Азово-Чорноморського басейну.

2. Освоєння серійного виробництва такої техніки забезпечить вітчизняні морські організації сучасними інструментами проведення морських досліджень і робіт, підсилить експортний потенціал держави та поставить Україну в один ряд з країнами високих технологій у сфері морської робототехніки.

УДК 629.58

ПРИВ’ЯЗНИЙ ПІДВОДНИЙ АПАРАТ ЯК ОБ’ЄКТ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ У ПРОЕКТУВАННІ

Клочков О.П.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Сучасне збільшення обсягів застосувань підводної техніки, зокрема прив’язних підводних апаратів (ППА) та систем на їх основі, стимулюють створення узагальнених методик їх проектування на базі системного аналізу, що скорочує тривалість процесів проектування та підвищує їх якість, особливо на ранніх стадіях, за рахунок орієнтовного визначення конструктивних параметрів та експлуатаційних характеристик згідно наданого технічного завдання [1,2].

В рамках системного підходу пропонується використовувати рівняння існування, що дозволяють визначити параметри ППА у рамках спрощеного підходу, за наступними складовими [3,4,5],:

- рівняння існування мас та об’ємів;
- рівняння існування за енергетичною складовою;
- рівняння існування за балансом інформаційних потоків;
- рівняння існування за функціональним рівнем.

Зазвичай, у практиці проектування рівняння існування чи система рівнянь за окремою складовою розглядаються окремо одна від одної без аналізу їх взаємного впливу. А вплив кількісних показників однієї складової на іншу досліджується ітераційно за допомогою алгоритму, що є базовим для методики, що пропонується (рис. 1.1).

Об’єктами ППА, характеристики яких складають рівняння існування, виступають засоби дослідження водного простору та елементи їх доставки на морське дно та забезпечення їх коректної роботи.

До перших відносять наступні засоби у підводному виконанні:

1. Кольорова чи чорно-біла відеокамери
2. Система освітлення
3. Інструменти для втручання у підводну обстановку
4. Гідроакустичні прилади
5. Корисний вантаж

Характеристиками цих засобів є маса та об’єм, параметри їх енергозабезпечення та формат інформаційного обміну з ними, зручність обслуговування та експлуатації.

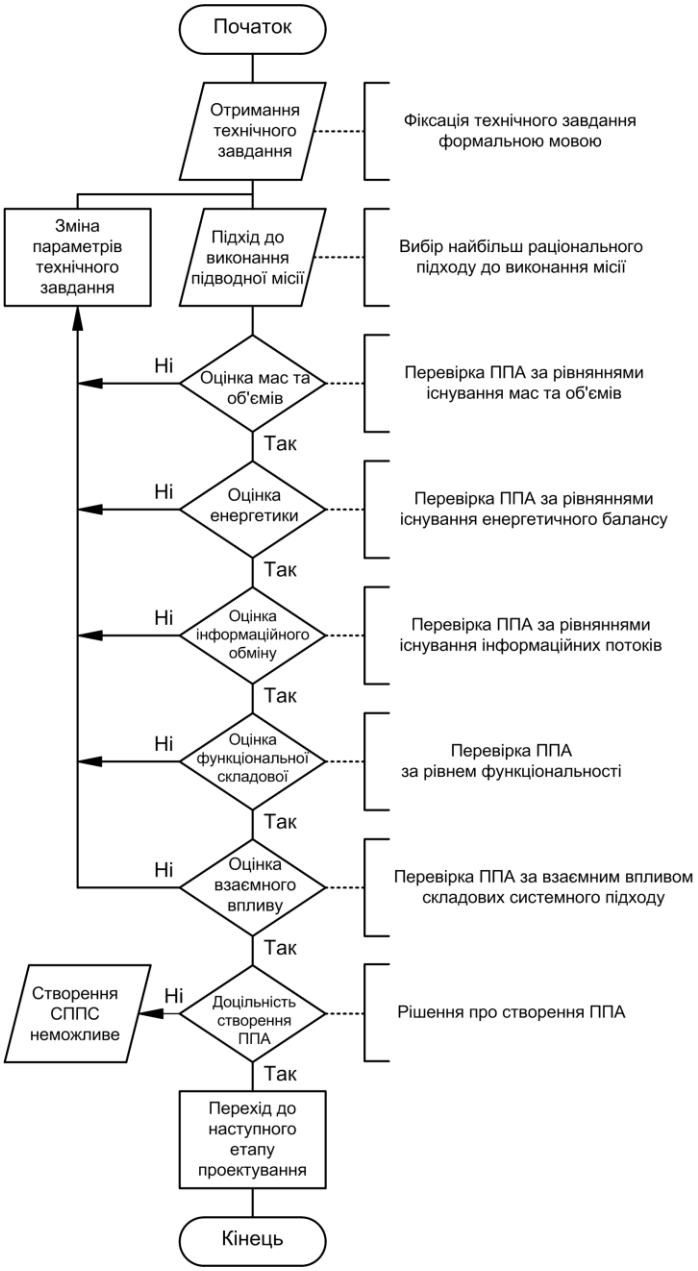


Рисунок 1 – Алгоритм системного підходу до створення підводного апарата

До других відносять:

1. Елементи основної конструкції:

а) рама;

б) вузол вводу кабель-троса;

в) поплавець чи система поплавців;

г) кріплення;

д) тягарець чи система тягарців.

2. Рушійно-рульовий комплекс для переміщення ППА у товщі води, зазвичай елементи якого розташовані у баророзвантажених корпусах

3. Міцні корпуси, в яких розташовано обладнання для отримання енергозабезпечення та реалізації інформаційного обміну з постом енергетики і керування через кабель-трос

4. Кабелі забортної комутації підводного виконання

Характеристиками елементів доставки та забезпечення нормальної роботи об’єктів першої групи також є маса та об’єм, параметри енергетичного живлення та інформаційного обміну, умови підготовки до роботи, процесу експлуатації та обслуговування.

Всі розглянуті об’єкти з обмеженнями, що диктуються технічним завданням, повинні забезпечувати задані експлуатаційні параметри ППА, досягнення яких і визначається рівняннями існування.

Вказана методика перевірена на базі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова при створенні реальних ППА проекту «Інспектор», «Гідрограф» та інших, що підтвердило працездатність та доцільність її використання у проектуванні підводної техніки на ранніх стадіях її створення.

Список літератури:

1. **Блинцов, В.С.** Привязные подводные системы [Текст] /В.С.Блинцов. – Монография. – Киев: Наукова думка, 1998. – 232 с.

2. Блинцов, В.С. Проектирование самоходных привязных подводных систем [Текст] / В.С. Блинцов, В.Э. Магула. – К.: Наукова думка, 1997. – 140 с.

3. **Блінцов, В.С.** Рівняння існування самохідної прив'язної підводної системи як оцінка можливості її створення [Текст] / В.С. Блінцов, О.П. Клочков. – Журнал «Підводні технології», вип. 3, 2016. – С. 25-30.

4. **Вашедченко, А.Н.** Уравнения существования подводных роботов [Текст] / А.Н. Вашедченко, Б.П. Иванишин, Б.А. Цыбенко. – Сб. научных трудов. - Николаев: НКИ, 1979. - С. 17-24.

5. **Клочков, О.П.** Загальний підхід до синтезу рівнянь існування прив'язних підводних апаратів корабельного базування [Текст] / О.П. Клочков. – Збірник наукових праць НУК, № 5 (467), 2017. – С. 5-10 (Для службового користування).

УДК 629.5.15

К ДИСКУССИИ, ИНИЦИИРОВАННОЙ СОЛОМЕНЦЕВЫМ О.И.

Некрасов В.А.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Введение. В тезисах докладов [1,2] на VII Международной конференции «Инновации в судостроении и океанотехнике», вместе с очередными призывами к дискуссии, появилось такие же, как и на предыдущей конференции, абсурдные предложения Соломенцева О.И. по вопросам применения формулы полной вероятности и другим вопросам решения проблемы опрокидывания судов.

Приведенная же в последующем за [1,2] докладе [3] «классификация способов расчета вероятности опрокидывания судна в условиях ветра и волнения» оказалась вообще не имеющей никакого отношения к применению методов теории вероятностей при исследовании проблем остойчивости судов.

Целью данного доклада является пояснение сути излагаемых О.И. Соломенцевым «открытий».

Изложение основного материала

В тезисах [1] Соломенцев О.И. пишет: «Пусть P_O есть вероятность опрокидывания судна на стационарном ветро-волновом режиме, определяемая в соответствии со статистическим определением вероятности [4] как

$$P_O = \lim_{t \to T_p} \Omega_O(t) = \lim_{t \to T} \frac{N_{ЦО}(t)}{N_Ц(t)}, \qquad (1)$$

где T_p – интервал времени, в течение которого выполняется исследование опрокидывания; $N_Ц = \frac{T_p}{2\tau_\theta}$ - общее количество колебаний к моменту времени t, $0 \le t \le T_p$; $N_{ЦО}(t)$ - количество завершившихся опрокидыванием колебаний к моменту времени t, $0 \le t \le T_p$; $\Omega_O(t) = \frac{N_{ЦО}(t)}{N_Ц(t)}$ - частота опрокидываний; τ_θ - период собственных свободных бортовых колебаний судна».

В связи с этим следует отметить:

- в источнике [4], на который ссылается Соломенцев О.И., **такой формулы нет**. Приводится лишь формула $p = \lim_{n \to \infty} \frac{\mu}{n}$, (стр. 46) и то - только в качестве критики теории Р. Мизеса, изложение ведется на основе определения вероятности, введенным А.Н. Колмогоровым;

- установленные в формуле (1) разные пределы по *t* (T_p и T) не могут **приводить к одной и той же величине** P_O;

- согласно тому же источнику [4], **формула (1) какого-либо отношения к стационарным случайным процессам не имеет.**

Далее Соломенцев О.И. пишет: «Для расчёта вероятности опрокидывания по полновероятностной схеме необходимо использовать зависимость вида

$$Q_O = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) d\bar{u}_B dh_3 d\tau_c . \qquad (2)$$

В формуле (2) $\bar{u}_B$ - средняя скорость ветра, h_3 - высота волны 3%-обеспеченности, τ_c - средний период волнения, $q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ есть долгосрочная плотность вероятности величин $\bar{u}_B$, h_3 и τ_c, а P_O отвечает соотношению (1)».

В традиционном применении формулы полной вероятности для, например, прогнозирования вероятности потери общей продольной прочности судна (см. [5]) функция $P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ в формуле, аналогичной формуле (2), представляет условную вероятность потери прочности судна на совокупности ветро-волновых режимов, а не вероятность такой потери на одном стационарном режиме в виде P_O, как это трактуется в комментариях Соломенцева О.И. к формуле (2). **Автор работы [1] не отличает совокупность стационарных ветро-волновых режимов от одного стационарного режима, условную вероятность события от вероятности события.**

Вслед за формулой (2) Соломенцев О.И. пишет: «В работе [6] для вероятности опрокидывания Q_O предложено применять зависимость

$$Q_O = \int_{D_0}^{\infty} \int_{D_0}^{\infty} \int_{D_0}^{\infty} q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) d\bar{u}_B dh_3 d\tau_c . \qquad (3)»$$

В связи с этим необходимо отметить:

- в указанной работе [6] и в какой-либо другой работе коллектива авторов [7-10] **такой формулы нет**;

- во всех этих работах обсуждается не опрокидывание, а нелокальная устойчивость судна, и приводится не формула вероятности гибели, а **формула вероятности сохранения судна** в следующем виде [7-10]:

$$P_C = \int_{(D_c)} \int \int q(\bar{V}, h_3, \bar{\tau}) d\bar{V} dh_3 d\bar{\tau}, \qquad (A)$$

где интегрирование ведется по области D_c выдерживаемых судном квази-стационарных ветро-волновых режимов, нижняя граница которой определяется совокупностью значений $(\bar{V} = 0, h_3 = 0, \bar{\tau} = 0)$, а верхняя – поверхностью *M*, определяемой уравнением $M(\bar{V}, h_3, \bar{\tau}) = 0$, полученном в результате решения проблемы нелокальной устойчивости судна при действии совокупности стационарных ветро-волновых режимов;

- формула **(А) работ [6-10] не является формулой полной вероятности, это обычная формула вероятности события** *C* – сохранения судна. В известном учебнике по теории вероятностей [11] формуле (1) соответствует выражение (3.1.4) стр. 54, а формуле (А) – выражение (8.7.9) стр. 183;

- формула (3), приведенная Соломенцевым О.И., с точки зрения элементарной математики не выдерживает критики – **в ней пределы интегрирования или противоречат, или дублируют друг друга**.

- **формула (3) не имеет смысла, который ей присваивается.** Эта формула приобретет такой смысл, если будет переписана в виде

$$Q_O = 1 - P_C , \qquad (Б)$$

где P_C определяется выражением (А).

В комментариях к формулам (2) и (3) Соломенцев О.И. добавляет:

«Однако можно показать, что переход от формулы (2) к формуле (3) возможен только тогда, когда величина P_O в (2) есть булева переменная, принимающая только два значения (0 и 1). Но на реальном нерегулярном волнении, ординаты которого зависят от времени через интеграл Стилтьеса и подчинены нормальному

закону распределения, вероятность P_O при конечных численных значениях параметров ветроволнового режима $\bar{u}_B - h_3 - \tau_c$ является непрерывной функцией указанных параметров и принимает значения от 0 до 1 …»

По поводу этого заявления необходимо отметить:

- в соответствии с приведенным выражением (Б) формулы Соломенцева О.И. (2) и (3) имеют разный смысл. Одна из них является формулой полной вероятности, вторая – обычной формулой вычисления вероятности случайного события. **Это делает абсурдным переход от (2) к (3).** Дополнительное ведение в рассмотрение булевой переменной значительно усиливает абсурдность даже предположения о возможности перехода. **Автор же тезисов [1] утверждает, что такое «можно показать». Он упорно не замечает различие формул;**

- «на реальном нерегулярном волнении» ординаты волнения зависят «от времени через интеграл Стилтьеса» утверждает автор работы [1], в то время как интегралы Фурье-Стилтьеса, согласно линейных моделей реальных воздействий на судно и их преобразований, **являются лишь теоретическими спектральными представлениями таких воздействий и откликов;**

- «ординаты реального нерегулярного волнения» «подчинены нормальному закону распределения», продолжает далее Соломенцев О.И., хотя хорошо известно, что **ординаты реального волнения не подчинены нормальному закону**, усеченный нормальный закон распределения определяет лишь распределение вероятностей появления этих ординат;

- этот, приведенный Соломенцевым О.И., комментарий дополнительно подтверждает, что в формуле (2) автором тезисов [1] **действительно рассматривается только один квазистационарный ветро-волновой режим** (???), в то время как формула записана для совокупности ветро-волновых режимов. **Автор тезисов [1] не понимает того, о чем пишет.**

Это обстоятельство обнаруживается третий раз, когда, вслед за сделанным комментарием, Соломенцев О.И. продолжает: «Рассмотрим теперь определение вероятности опасного состояния в течение срока службы судна $Q_{\Re}$. В этом случае в соответствии с формулой полной вероятности

$$Q_{\Re} = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \Re_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) d\bar{u}_B dh_3 d\tau_c . \qquad (4)$$

Однако, поскольку $\Re_O$ есть булева переменная, то, учитывая некоторые общеизвестные свойства определенного интеграла можно от соотношения (4) перейти к зависимости, аналогичной соотношению (3):

$$Q_{\Re} = \int_{D_1} \int \int q(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) d\bar{u}_B dh_3 d\tau_c , \qquad (5)$$

где D_1 есть область в пространстве $\bar{u}_B - h_3 - \tau_c$ такая, что для всех точек её границы выполнено соотношение $P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c) = [P_O]$. В то же время аналогичный переход от соотношения (2) к соотношению (3) невозможен, поскольку величина P_O - в отличие от величины $\Re_O$ не является булевой переменной».

В связи с этим необходимо отметить:

- аналогом функции $\Re_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ во всех исследованиях общей продольной прочности судов является все та функция $P_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ - условная вероятность потери общей продольной прочности на непрерывной совокупности стационарных волновых режимов. Поэтому изложенное превращение непрерывной функции $\Re_O(\bar{u}_B, h_3, \tau_c)$ в «булеву переменную» **остается большой загадкой, и выглядит, по крайне мере, тавтологией;**

- о каких «общеизвестных свойствах определенного интеграла» в комментариях к формуле (5) идет речь, если эта формула безграмотно записана? По смыслу приводимого пояснения область D_1 в пространстве $\bar{u}_B - h_3 - \tau_c$ – это объемная область, которая имеет границу, предположительно включающую и бесконечность. **Зачем же тогда приведены знаки бесконечности (три раза!) в верхнем пределе интегрирования?**

- граница области D_1 в пространстве $\bar{u}_B - h_3 - \tau_c$ является аналогом точки на прямой непрерывной вещественной переменной. В связи с этим возникает вопрос: **как образом условная**

вероятность опрокидывания судна $P_O(\overline{u}_B, h_3, \tau_c)$ да еще «для всех точек … границы» области D_1, т.е. вероятность попадания в точку стала «для всех точек» конечной величиной $[P_O]$, не равной нулю?

Таким образом, тот абсурд, который явился исходным пунктом в работе Соломенцева О.И. [12], тем же абсурдом неизбежно закончился в последующих работах [13,1]: вероятность случайного события, состоящего в том, что непрерывная случайная величина примет любое значение в диапазоне непрерывных значений, является конечной величиной. Что же будет в пределе после суммирования бесконечной совокупности таких величин?

Аналогичные проявления «талантливости» имеют место и в тезисах доклада Соломенцева О.И., в которых он обсуждает вопросы определения функции риска при решении задач опрокидывания судов [2]. В этих тезисах Соломенцев О.И. пытается сделать «подробный» анализ теоретического решения проблемы для функции риска опрокидывания, впервые опубликованного В.А. Некрасовым в работе [8]. В этом, обсуждаемом Соломенцевым О.И. приближенном решении, так же, как и в самом известном решении проблемы устойчивости по первому приближению, принадлежащим А.М. Ляпунову, переход от устойчивого решения к неустойчивому определен по знаку получаемой зависимости. Если у А.М. Ляпунова это был знак вещественной части корня характеристического уравнения, то в работе [8] аналогичным признаком оказался знак выражения для среднего времени достижения границы области устойчивости – начала опрокидывания судна.

Здесь, в соответствии с тоном обсуждения, Соломенцев О. И. **никак не может понять, что стоит за знаковым превращением решения для среднего времени достижения границы и непрерывно пытается что-то подставить в задачу, противоречащее ее постановке.**

Выводы.

1. По отношению к Соломенцеву О. И. – инициатору дискуссии:

- не владеет азами высшей математики – не может расставить пределы интегрирования в интегральных выражениях;
- не освоил элементарные понятия теории вероятностей – не отличает условную вероятность от вероятности, не представляет, чем являются функция распределения и обеспеченность, путает формулу полной вероятности с простейшей формулой определения вероятности события;
- не понимает физики анализируемых явлений, непрерывно выдает совокупность стационарных ветро-волновых режимов за один такой режим;
- не может правильно отобразить содержание источников, на которые ссылается, и не понимает того, что излагает;
- процедура представления того, что он подает в виде научного исследования, по сути, является генерированием вымысла при работе с первоисточниками, с последующим переводом вымыслов в фантастику в процессе манипулирования их содержанием.

2. По отношению к проблеме, выставленной Соломенцевым О. И.: проблема использования формулы полной вероятности в вопросах опрокидывания судов не получила после выхода его работ даже малейшего продвижения.

3. По отношению к организации конференции:

Нужно ограничить допуск таких «знатоков», как Соломенцев О.И., на конференцию высшего учебного заведения.

Список использованной литературы.

1. **Соломенцев, О.И.** Концепция опасного по остойчивости состояния судна и вероятность этого состояния [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2013. - С.73-76.

2. **Соломенцев, О.И.** О различных подходах к определению функции риска при опрокидывании судна [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2013. - С.76-79.

3. **Соломенцев, О.И.** Классификация способов расчёта вероятности опрокидывания судна в условиях ветра и волнения [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2013. - С.79-81.

4. **Гнеденко, Б.В.** Курс теории вероятностей [Текст] / Б.В. Гнеденко. - М.: Наука, 1969 – 400 с.

5. **Путов, Н.Е.** Проектирование конструкций корпуса морских судов. Часть 2. Нагрузки на корпус судна на нерегулярном волнении. Обеспечение общей продольной прочности корпуса [Текст] / Н.Е. Путов. Л.: Судостроение, - 1977. 422с.

6. **Некрасов, В.А.** Динамическая устойчивость судна, расположенного лагом к штормовому ветру, и показатели его надежности в этой расчетной ситуации. [Текст] / В.А. Некрасов, С.Б. Приходько // Научн. техн.

сб. Регистра СССР. - Л.: Транспорт, 1982. - Вып.12. - С. 119-128.
7. **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.
8. **Некрасов, В.А.** Вероятностные задачи мореходности судов [Текст] / В.А. Некрасов. - Л.: Судостроение, 1978. – 304 с.
9. **Некрасов, В.А.** Мореходность и техническая устойчивость судна [Текст] / В.А. Некрасов // Гидродинамика корабля. - Сборник научных трудов НКИ, 1985. - С.61-72.
10. **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.
11. **Вентцель, Е.С.** Теория вероятностей. [Текст] / Е.С. Вентцель. - М.: Наука, 1969. – 576 с.
12. **Соломенцев, О.И.** Анализ алгоритмов усреднения вероятности опрокидывания по расчетным ситуациям [Текст] / О.И. Соломенцев, Ли Тхань Бин // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2014. - С. 105-107.
13. **Соломенцев, О.И.** Сопоставительный анализ расчётных зависимостей для определения вероятности опрокидывания судна [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2013. - С.111-113.

УДК 629.5.015.4

О ВЛИЯНИИ ДЕФОРМАЦИИ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СУДНА НА РАБОТУ ПОДШИПНИКОВ ВАЛОПРОВОДА ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ВОЛНЕНИИ

Урсолов А. И., Некрасов В. А.
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

Влияние деформации корпуса судна при изменении осадки на изгиб судового валопровода изучено достаточно хорошо. Гораздо менее изучено влияние общего продольного изгиба и местных упругих деформаций днища машинного отделения при эксплуатации судна на волнах на взаимное линейное и угловое положение подшипников валопровода [1-4]. Деформации корпуса приводят к изменению положения шейки вала относительно вкладыша подшипника. Во время проектирования валопровода важно учитывать возможные деформации корпуса судна для предотвращения перегрузки подшипников и нарушения условий смазки и, как следствие, интенсивного износа вкладышей.

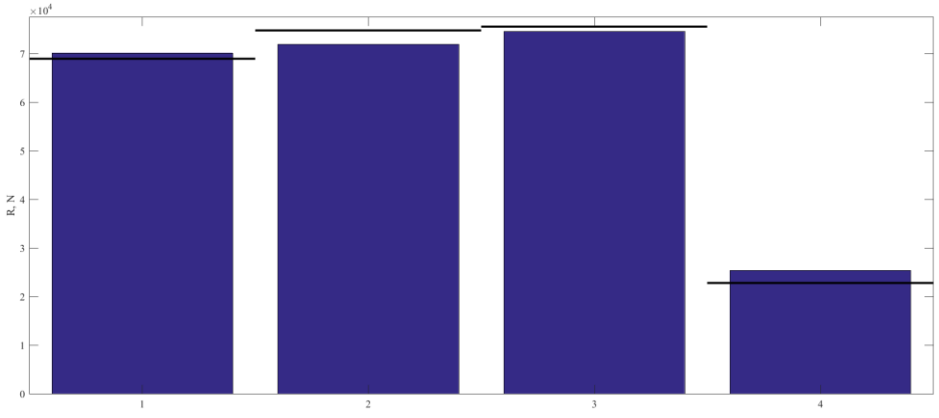
В докладе представлены результаты поперечных перемещений подшипников, вызванных общими и местными упругими деформациями корпуса одновинтового судна водоизмещением 27000 т с кормовым расположением машинного отделения во время продольной качки на встречном регулярном волнении. Качка судна рассчитывалась согласно [5]. При этом на судно действуют распределённые по длине механические инерционные силы, инерционно-демпфирующие силы гидродинамической природы, восстанавливающие силы (включая силы веса и силы поддержания на тихой воде) и возмущающие силы (главная и дифракционная части). Дифференциальные уравнения продольной качки были получены приравниванием перерезывающих сил и изгибающих моментов эквивалентного бруса на носовом перпендикуляре нулю.

Стрелка прогиба нейтральной оси корпуса судна при общем продольном изгибе судна рассчитывалась с помощью интегрирования дифференциального уравнения изгиба балки с учётом деформации сдвига [6]. Поскольку на работу подшипников влияют не абсолютные, а относительные смещения подшипников, то в расчет включались перемещения относительно прямой, соединяющей центральные точки втулок крайних подшипников.

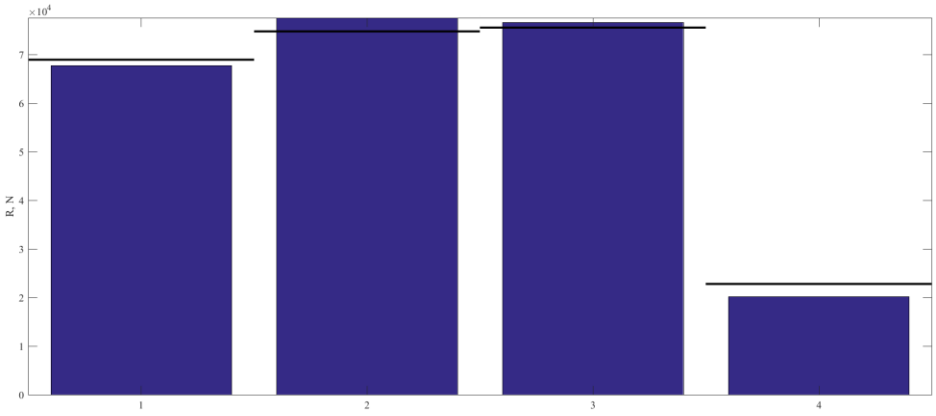
Днищевое перекрытие было представлено стержневой системой, которая опирается на жёсткий контур (переборки и борта). Вертикальный киль и днищевые стрингеры представлены продольными стержнями, а флоры – поперечными. Учитывались присоединённые пояски днищевой обшивки и 2 дна. Расчёт перекрытия выполнялся методом конечных элементов [7]. Внешние силы представляют собой интеграл гидродинамических давлений во время качки по площади присоединённого пояска флоров.

При расчёте угловых перемещений вкладышей подшипников учитывалось расстояние между осью вкладыша и нейтральной осью эквивалентного бруса при общем продольном изгибе; между осью вкладыша и нейтральной оси днищевого перекрытия при местных деформациях днища. В случае, если судно имеет больше одного валопровода, то необходимо учитывать горизонтальные перемещения подшипников от деформации днища.

На рис. 1 показаны экстремальные величины реакций подшипников валопровода при ходе на встречном регулярном волнении с длиной волны равной длине судна и высотой волны 1,5 м. Изменение нагрузок на подшипники в рассматриваемом случае достигает 15 % от нагрузок на тихой воде.



а



б

Рис. 1 – Нагрузки на подшипники валопровода:
а – при прогибе корпуса, *б* – при перегибе корпуса

Выводы: Представленная методика позволяет эффективно учитывать перемещения подшипников от общих и местных упругих деформаций корпуса во время продольной качки на встречном волнении. Данная методика предполагается к внедрению в специализированное программное обеспечение Shaft Designer для расчёта судовых валопроводов [8]. Дальнейшим направлением исследований может стать учёт изгиба корпуса в горизонтальной плоскости, а также скручивания на произвольных курсах относительно направления волнения. Перспективным направлением является учёт влияния деформаций корпуса судна на изгиб валопровода при ходе судна на нерегулярном волнении.

Список использованной литературы

1. **Лубенко В. Н.** Монтаж судовых валопроводов [Текст] / В. Н. Лубенко, Ю. А. Вязовой // СПб. – Судостроение, 2007. – 400 с.
2. **Старосельский А. А.** Подшипники судовых валопроводов [Текст] / А. А. Старосельский, Я. И. Белаковский // М. – Морской транспорт, 1959. – 136 с.
3. ОСТ 5.4368-81 Валопроводы судовые движительных установок. Монтаж. Технические требования, правила приемки и методы контроля [Текст] / Л.: Из-во судостроит. пром-сти, 1981. - 143 с.
4. **Murawski L.** Static and Dynamic analyses of marine propulsion systems [Текст] / Warszawa – Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003. – 99 p.
5. **Ремез Ю. В.** Качка корабля [Текст] / Л. – Судостроение, 1983. – 328 с.
6. Короткин Я. И. Прочность корабля [Текст] / Я. И. Короткин, Д. М. Ростовцев, Н. Л. Сиверс // Л. – Судостроение, 1974. – 432 с.
7. **Постнов В. А.** Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций [Текст] / В. А. Постнов, И. Я. Хархурим // Л. – Судостроение, 1974. – 342 с.
8. ShaftDesigner – The Shaft Calculation Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.shaftdesigner.com/

УДК 629.5.015.4

ЭЛАСТОГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕЙДВУДНОГО ПОДШИПНИКА В РАСЧЁТАХ ИЗГИБА ВАЛОПРОВОДА

Урсолов А. И., Сердюченко А. Н.
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова,
Батрак Ю. А.,
ЧП «Интеллектуальные морские технологии» г. Николаев.

В последние годы из соображений охраны окружающей среды приходит возврат к смазке дейдвудных подшипников забортной водой [1]. Кроме экологической безопасности, применение такой смазки позволяет значительно упростить систему уплотнений дейдвудного устройства. Одним из главных недостатков такой конструкции является низкая вязкость морской воды, из-за чего не всегда удаётся спроектировать валопровод с гидродинамическим режимом смазки в дейдвудном подшипнике, что приводит к выходу его из строя из-за перегрева или же к ускоренному износу.

Материалом вкладышей таких подшипников как правило выступают полимеры и резины, которые характеризуются не только низкой теплопроводностью, но и низким модулем упругости на растяжение-сжатие. Это приводит к достаточно большим упругим перемещениям внутренней поверхности вкладыша под действием гидродинамических давлений смазки, увеличивая при этом зазор между шейкой изогнутого вала и поверхностью вкладыша. Давления смазки, в свою очередь, достаточно чувствительны к этому зазору, и при его увеличении – уменьшаются.

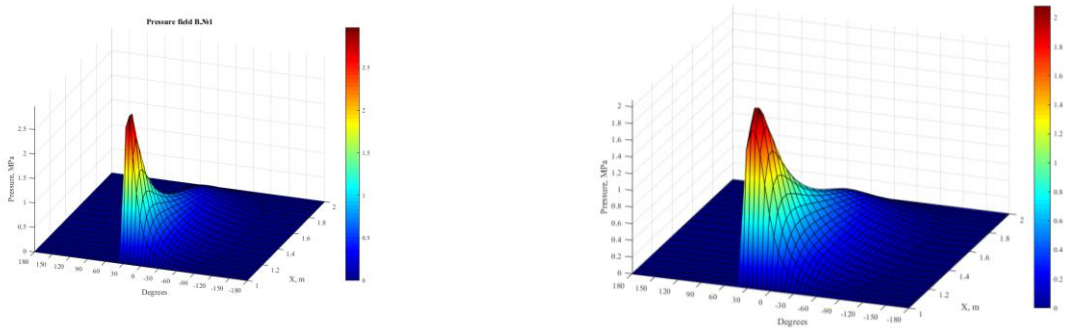
В литературе задачи такого рода принято называть EHL (Elasto-Hydrodynamic Lubrication). Задача поиска равновесия между гидродинамическими давлениями и перемещениями конструкции является нелинейной и, как правило, решается методом последовательных приближений. Однако в случае чувствительных системах сложно получить решение из-за того, что процесс последовательных приближений зацикливается. Возникает необходимость применения специальные приёмы, которые называют релаксацией.

В докладе представлена модель расчёта, которая позволяет с достаточной надёжностью согласованно определить гидродинамические давления в смазке, упругие перемещения вкладыша и изгиб вала. Изгиб вала и гидродинамические давления в работе рассчитывались методом конечных элементов [2]. Зависимость перемещений вкладыша и давлений было принято линейной [3]. Хотя в общем случае эта зависимость не является таковой, линейное приближение даёт достаточно близкие к действительности результаты при относительно жёстких материалах вкладыша.

Для поиска соответствия между гидродинамическими давлениями и перемещениями поверхности вкладыша в решении задачи EHL был применён специальный метод релаксации. Оптимальные параметры, с точки зрения надёжности и скорости процесса сходимости, были найдены путём серии систематических расчётов. Подобрана зависимость этих параметров от эксцентриситета вала и характеристик материала вкладыша.

Поиск соответствия между параметрами смазки, деформациями вкладыша и изгибом вала производился с помощью оптимизации методами внутренней точки и роя частиц по методике, представленной в [4].

На рис. 1 изображены эпюры давлений в дейдвудном подшипнике без учёта деформации вкладыша из полимера и с его учётом. Основные характеристики подшипника следующие: длина 1 м; диаметр шейки вала 0,5 м; диаметральный зазор 1,6 мм; модуль упругости материала вкладыша 440 МПа. Видно, что учёт деформации вкладыша сглаживает эпюру давлений и уменьшает её максимум, в рассматриваемом случае на 28%.



а *б*

Рис. 1 – Давления в дейдвудном подшипнике: *а* – без учёта деформации вкладыша, *б* – с учётом деформации вкладыша

Выводы: Разработан устойчиво работающий метод, позволяющий решать задачу о эластогидродинамической смазки в подшипниках судового валопровода. Данный метод предполагается к внедрению в специализированное программное обеспечение Shaft Designer для расчёта судовых валопроводов [5]. Дальнейшим направлением исследований может стать учёт полусухого или граничного трения, а также формы износа вкладыша. Поскольку в работе была принята линейная зависимость между давлениями в смазке и упругими перемещениями поверхности вкладыша, представляется необходимым уточнение этой зависимости методами теории упругости.

Список использованной литературы

1. **Carter C. D.** Developments in seawater lubricated propeller shaft bearings for commercial ships [Электронный ресурс] / C. D. Carter, K. Ogle// Режим доступа: http://www.sname.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile. ashx?DocumentFileKey=42605ade-94dd-c12c-cc45-6199891e39bd
2. **Постнов В. А.** Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций [Текст] / В. А. Постнов, И. Я. Хархурим // Л. – Судостроение, 1974. – 342 с.
3. **Кузьменко А. Г.** Метод алгебраических уравнений в контактной механике / Хмельницкий: ХНУ, 2006. – 448 с.
4. **Урсолов А. И.** Применение методов оптимизации в расчете изгиба судового валопровода, подшипники которого работают в режиме гидродинамической смазки. Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю / А. И. Урсолов, Ю. А. Батрак // Миколаїв: НУК, 2017
5. ShaftDesigner – The Shaft Calculation Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.shaftdesigner.com/

ПРОЕКТ СОВРЕМЕННОГО БЫСТРОХОДНОГО ПАТРУЛЬНОГО КАТЕРА «INTERCEPTOR»

[1]Зайцев В.В., [1]Зайцев Д.В., [1]Зайцев Вал.В., [2]Веляев Е.В.
[1]Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев
[2]"Дизайбюро ИМТ", г. Николаев

В докладе представлен инновационный проект современного быстроходного патрульного катера прибрежной зоны, разработанный "Дизайбюро ИМТ" (г. Николаев).

Нынешняя международная обстановка, угроза террористических актов, все более угрожающий и нарастающий объем контрабанды товаров различного назначения, очень резкий рост миграции во всем мире и особенно в Европе, борьба за контроль над шельфом, оборона пунктов базирования кораблей, защита границ, перехват и задержание малых морских целей, спасение людей требует решения ряда технических и технологических проблем, таких как создание быстроходных патрульных катеров, способных решать указанные задачи.

В 2015 году в Николаеве создано новое прогрессивное конструкторским бюро "Дизайбюро ИМТ", основной задачей которого является разработка инновационных проектов судов, в котором работают как опытные конструкторы-проектировщики, так и молодые, перспективные инженеры-кораблестроители, а также молодые ученые-кораблестроители: доктора и кандидаты технических наук, обеспечивающие научный подход ко многим сложным вопросам, связанным с современным проектированием судов.

Быстроходный патрульный катер «Interceptor» (рис. 1) предназначен для:

- обороны пунктов базирования, кораблей (судов) от атак малоразмерных надводных, воздушных и наземных целей на незащищенных рейдах;
- обеспечения действий подразделений специального назначения и морской пехоты в прибрежных районах, а также содействие силам Пограничной службы при решении задач охраны Государственной границы;
- доставки группы персонала 20 человек для выполнения спецопераций с обеспечением максимально возможной быстроты при высадке и посадке группы;
- несения дежурства в назначенных районах;
- перехвата и задержания малых целей;
- спасения людей в районах несения дежурства.

Район плавания - прибрежная зона морей, проливы, устья рек с удалением от места убежища до 100 миль. Катер может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от -5 до +34 °С, относительная влажность до 90% и температуре забортной воды от 0 до +32 °С.

Рис. 1. Быстроходный патрульный катер «Interceptor»

Быстроходный патрульный катер предназначен для решения таких основных задач: уничтожение малоразмерных надводных целей, средств воздушной и надводной доставки диверсионно-разведывательных групп противника; доставка (эвакуация) и огневая поддержка действий подразделении специального назначения и морской пехоты в прибрежных районах; несение патрульной службы; ведение тактической разведки.

Катер решает такие дополнительные задачи: обеспечение антитеррористических действий (операций) в прибрежных районах; участие в поиске и спасении экипажей кораблей (судов), летательных аппаратов, терпящих бедствие; транспортировка пассажиров (командного состава) и малогабаритных грузов в пределах грузоподъемности в акваториях внутренних и внешних рейдов (гаваней), а также в открытом море на волнении до 4-х баллов.

*Основные характеристики катера***:** *длина наибольшая – 17,8 м; длина корпуса – 16,4 м; ширина габаритная – 4,2 м; высота корпуса габаритная – 3,6 м; осадка от основной плоскости – 0,9 м.*

Катер сохраняет возможность движения на любых курсовых углах при волнении до 5 баллов включительно, на скорости 20 узлов при высоте волны 4,5 м и на скорости 28 узлов при высоте волны 2,5 м.

Скорость хода катера при волнении моря не более 1 балла и скорости ветра не более 5 м/с, на глубокой воде при полном водоизмещении не менее 40 узлов. Максимальная скорость при полезной загрузке 50% около 45 узлов. Экономическая скорость хода при указанных выше условиях около 30 узлов.

Дальность плавания со скоростью 30 узлов составляет около 300 миль.

Автономность по запасам пресной воды и провизии для экипажа составляет 1 сутки.

Экипаж – 2 человека, спецперсонал – 20 человек.

Кормовее рулевой рубки на палубе катера устанавливается универсальный боевой дистанционно управляемый модуль калибром 12,7 мм. с гиростабилизированным оптико-электронным модулем. В кормовой части по обоим бортам устанавливаются два пулемета калибра 7,62мм на вертлюжных установках.

В помещении спецперсонала и рулевой рубке установлены: бронепанели БрПкат.

В качестве материала основного корпуса и рубки применяются высокопрочные коррозионно-стойкие свариваемые алюминиево-магниевые сплавы.

Корпус набран по поперечной системе набора. Продольные ребра жесткости, по возможности - не разрезные на шпангоутах. Днищевые стрингера и рамные флоры сварные таврового профиля по всей длине катера.

Обшивка борта выполнена из прессованных панелей толщиной 4 мм. Рамные шпангоуты – сварные таврового профиля по всей длине катера.

Настил палубы выполнен из прессованных панелей толщиной 4 мм и листов 8 мм и 12 мм. Карлингсы и бимсы сварные. При установке дополнительного оборудования произведено усиление палубных конструкций.

Для обеспечения непотопляемости в корпусе установлены 4 поперечные переборки. Набор переборок изготовлен из сварных или прессованных профилей таврового сечения. При пересечении водонепроницаемых переборок трубопроводами, кабелями и т.п. обеспечена водонепроницаемость этих переборок.

Главные двигатели, редукторы и другое оборудование установлены на фундаментах, объединенных с общим набором корпуса. Фундаменты изготовлены из листов и балок необходимой прочности в соответствии с требованиями и рекомендациями изготовителей оборудования.

Рулевая рубка алюминиевой конструкции является составной частью конструкции корпуса. Набор выполнен по поперечной системе.

На катере предусмотрен комплекс специальных устройств, состоящий аппарели и носового палубного закрытия. Комплекс предназначен для обеспечения брызгонепроницаемого закрытия помещения выхода в носовой части катера, находящегося в походном положении и обеспечения высадки спецперсонала по аппарели с катера (посадке на катер) на берег, без специально оборудованных причалов.

Закрытие палубное носовое состоит из двух секций, механизма задраивания, палубных упоров и газовых пружин. Размер закрываемого в палубе проема 1000 х 3050 (мм).

Аппарель состоит из секции, полиспаста, рычажных фиксаторов с цепными оттяжками, упоров и петель. Размер проема, закрываемого в носовой части аппарелью: низ – .620 (мм); верх (на высоте 900 мм) – 980 (мм); длина секции аппарели – 1160 (мм). Способ подъема аппарели – вручную при помощи полиспаста; Способ открывания (закрывания) палубного закрытия и задраивания (отдраивания) аппарели и палубного закрытия - вручную.

Для предохранения катера от повреждений при швартовке у причалов, на рейдах и в море установлен привальный металлический брус по контуру катера. В носовой части катера, на корпусе и на аппарели, предусмотрена установка резиновых кранцев типа Delta 150х130 мм. Для дополнительной защиты при швартовке предусматриваются подвесные резиновые кранцы цилиндрической формы в количестве 4-х штук, размером 145х515 мм.

В качестве главной энергетической установки на катере предусмотрены два рядных шестицилиндровых судовых дизельных двигателя фирмы Caterpillar C18 или другой известной фирмы, мощностью 900 кВт, частотой вращения коленчатого вала 2300 об/мин, непосредственным впрыском топлива в цилиндр. Двигатели укомплектованы турбокомпрессором с охладителем наддувочного воздуха. Двигатели устанавливаются на амортизаторах. Запуск двигателей осуществляется от блока стартерных батарей.

В качестве движителей на катере устанавливаются два водометных движителя типа Kamewa Twin 36A3 фирмы Rolls-Royce. Водометные движители обеспечивают передний ход, управляемость и задний ход катера.

Управление движением катера обеспечивается комплексной системой управления движением катера, поставляемой фирмой Rolls-Royce, состоящей из двух главных контроллеров, контрольной станции, устройств обратной связи и соединяющих кабелей.

Управление и контроль работы каждого главного двигателя обеспечивается локальной системой управления типа Automaskin 410, поставляемой с главными двигателями.

Из ходовой рубки с пульта управления катером осуществляется управление осушительными насосами с индикацией их работы, а также управление топливными клапанами левого и правого бортов.

Базирование катера обеспечивается с учетом организационно-технических и режимных мероприятий, а также требований по обеспечению безопасности судов.

Стоянка катера в порту базирования должна быть укрыта от ветра и иметь глубину акватории более 1,5 метра.

Катер комплектуется прицепом транспортировочным.

В районе базирования должно иметься судоподъемное оборудование грузоподъемностью не менее 30 тонн.

Разработанный инновационные проект современного быстроходного патрульного катера **«Interceptor»** "Дизайбюро ИМТ" позволяет учитывать особенности таких судов, последние достижения в методах расчета судовых конструкций с применением МКЭ и МКО, обеспечивает быстродействие процесса проектирования и конструирования указанных объектов проектирования.

УДК 629.563.3

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СУДОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ ВЕТРОВЫХ ТУРБИН

Гук М. Н.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Создание ветропарков в шельфовой зоне привело к появлению: специальных сооружений – опорных оснований, судов океанотехники предназначенных для транспортировки и установки ветровых турбин (wind turbine installation vessel – WTIV), инфраструктур для канализации электроэнергии и обслуживания ветровых турбин.

Технологически при транспортировке и установке ветровых турбин применяются 3 схемы [1]:

- с использованием несамоходных барж для доставки элементов (опорных оснований и ветровых турбин) и плавучих кранов большой грузоподъемности (более 300 т) для их установки и сборки. Эта схема применяется и до сих пор на малых глубинах, недостижимых по осадке для *WTIV*;
- с использованием несамоходные самоподъемные баржи (juck up barge – *JUB*) с краном большой грузоподъёмности на борту. Скорость перемещения в этом случае ограничена скоростью буксировки;
- с применением *WTIV*.

Тенденции развития вертопарков в шельфовой зоне до 2025 года предполагают их установку [2]:

- на глубинах до 60 м, но расстояние от берега до места установки при этом может достигать 140 миль
- в зонах удаленных от берега не более чем на 60 миль, но при этом на глубинах - до 300 м.

Это свидетельствует о значимости этих двух факторов для осуществимости проектов ветропарков и проектных характеристик используемых судов океанотехники.

Сказываются на проектные элементы WTIV и массогабаритные характеристики ветровых турбин [3]. Так при мощности 2 МВт масса всей установки (без опорного основания) составляет 216 т, при 3 МВт - 247 т, 3,6 МВт – 420 т, 5 МВт – 543 т и для турбины мощностью 6,15 МВт – 757 т.

Кроме того существует 5 вариантов компоновки элементов ветровых турбин в сборочные узлы, транспортируемые на палубе *WTIV* к месту установки.

Как видно из перечисленного, задача создания подобных судов должна решаться методами оптимального проектирования.

Цель исследования – статистическая обработка данных по некоторым проектным характеристикам *WTIV* (по материалам проспектов фирм контракторов), построенным в период с 2002 по 2014 г.г.

Одно из первых судов для установки ветровых турбин – "Sea Energy" эксплуатируется с 2002г. Его отличительная черта - отношение $L/B = 4{,}25$. Современные суда *WTIV* имеют меньшие значения этого отношения. А вот отношение $B/d = 5{,}08$ у "Sea Energy" наоборот – минимально. Так современное *WTIV* "Pacific Orca" построенное в 2012 году имеет это отношение близким к 9,0. Таким образом за счет ширины *B* (в знаменателе - в первом случае и в числителе – во втором) обеспечивается площадь верхней палубы и запас остойчивости так необходимый из-за размещения всего полезного груза на верхней палубе WTIV.

Предполагаемая первоначально корреляционная связь между глубиной воды $d_в$ и длиной судна *L* не оправдалась. На рис.1 представлена зависимость *L* от массы полезного груза $P_г$ (т.е. массы сборочных узлов ветровых турбин).

На рис. 2 представлена зависимость отношения *L*/*B* от $P_г$.

При хороших значениях коэффициента конкордации, те не менее, на рис. 2 заметно разделение опытных (статистических) точек на две группы: первая - в районе значения грузоподьемности 2000т., вторая – независимо от грузоподъемности около значения $L/B = 3{,}5$.

.Статистические данные по отношению *B*/*d* оказались некоррелированными с $P_г$ (рис. 3) и его значения уложились в диапазон 5,0….9,0, что в несколько раз превышает значения характерные для традиционных транспортных судов.

Выводы:

1. Суда для установки ветровых турбин значительно отличаются по сооношениям проектных элементов, например *L*/*B* и *B*/*d* от других судов океанотехники и транспортных судов.
2. Полученные зависимости могут быть использована для оценочных расчетов размерений судов для установки ветровых турбин.

Список использованной литературы:

1. Offshore Service Vessels for Wind Farming. – Germanischer Lloyd Group. Baltexpo [Text] / 2011. – 24 p.
2. Fichaux N. Oceans of Opportunity, Harnessing Europe’s largest domestic energy resource [Text] / N. Fichaux, J. Wilkes.- : European Wind Energy Association (EWEA), 2009. – 69 p.
3. Uraz E. Offshore Wind Turbine Transportation & Installation Analyses. Planning Optimal Marine Operations for Offshore Wind Projects [Text] / E.Uraz // Master Thesis. – Visby: Gotland University, 2011.- 65 p.

УДК 629.5.01

DETERMINATION OF A REQUIRED MANOMETRIC PRESSURE IN A PUMP-PIPELINE SYSTEM

Bondarenko A., c.o.s., docent; Sotsenko V., master,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding Kherson Branch

A lay out of a dredging pipeline, properties of transported solids and required mixture flow conditions (mixture velocity and density in a pipeline) determine a manometric pressure that must be produced by a dredge pump. The manometric pressure required to overcome the dredging-pipeline resistance is a pressure differential over a dredge pump, i.e. a differential between the pressure at the pump outlet to a discharge pipe and the pressure at the inlet in a pump connected with a suction pipe. If no geodetic height is assumed between the pump inlet and outlet.

$$P_{man} = P_p - P_s + \frac{P_m \cdot (V_p^2 - V_s^2)}{2} \quad (1)$$

For flow of mixture of density P_m *the absolute suction pressure at a pump inlet*

$$P_s = P_{atm} + \rho \cdot f \cdot g \cdot h_{s,pipe} - \rho \cdot m \cdot g \cdot (h_{s,pipe} - h_{s,pump}) - \rho \cdot f \cdot g \cdot H_{totloss,s,m} - \frac{\rho \cdot f \cdot V_s^2}{2} \quad (2)$$

P_s - absolute suction pressure at a pump inlet [Pa]

P_{atm} - absolute atmospheric pressure [Pa]

$h_{s,pipe}$ - depth of a suction pipe inlet below a water level [m]

$h_{s,pump}$ - depth of a pump inlet below a water level [m]

$H_{totloss,s,m}$ - total head lost due to friction in a suction pipe [m]

V_s - mean velocity of mixture in a suction pipe [m/s]

and the absolute discharge pressure at a pump outlet.

$$P_p = \rho \cdot m \cdot g \cdot (h_{d,pipe} + h_{d,pump}) + \rho \cdot f \cdot g \cdot H_{totloss,d,m} + P_{atm} - \frac{\rho \cdot f \cdot V_p^2}{2} \quad (3)$$

P_p - absolute discharge pressure at a pump outlet [Pa]

$h_{d,pipe}$ - vertical distance between a water level and a discharge pipe outlet [m]

$h_{d,pump}$ - depth of a pump outlet below a water level [m]

$H_{totloss,d,m}$ - total head lost due to friction in a discharge pipe [m]

P_{atm} - absolute atmospheric pressure [Pa]

V_p - mean velocity of mixture in a discharge pipe [m/s]

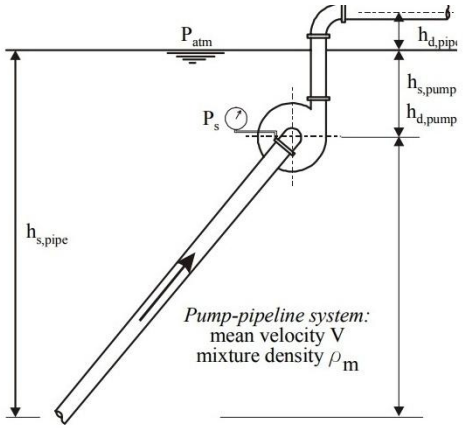


Figure. Lay-out of a pump-pipeline system

The Eqs. 1-3 give a relationship between the manometric pressure delivered by a pump to mixture and the velocity of mixture in a pipeline connected to the pump. This relationship is further dependent on solids size and concentration in a pipeline and to a pipeline lay-out. The relationship is used to optimize the production and the energy consumption of a pump-pipeline system during a dredging operation. A suitable range of a system operation is confined by limits arising from processes occurring in a dredging pipeline. An entire system does not work successfully if a dredge pump operates outside the operational limits.

Conclusion. In a pump-pipeline system the flow rate of mixture must be controlled to remain within a certain range suitable for a safe and economic operation. The flow-rate range has a lower limit given by the deposition-limit velocity and an upper limit given by the velocity at which pump starts to cavitate.

List of sources used

1. **van den Berg, C.H.** Pipelines as Transportation Systems – European Mining Course Proceedings, MTI, 1998. – 192 p.
2. **John B. Herbich** Coastal and Deep Ocean Dredging – Gulf Publishing CompanyM Houston, Texas, USA, 1975. – 109p.

УДК 629.5.01

ОПТИМІЗАЦІЯ КОРАБЛЯ БЕРЕГОВОЇ ОХОРОНИ ЗГІДНО СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО МОРЕХІДНОСТІ

Кондратьєва Л.Ю., аспірант
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

На сьогоднішній день оптимізація кораблів берегової охорони є надзвичайно актуальною темою. Досвід кафедри Теорії проектування визначає метод імітаційного моделювання виконання основної операції, якою є переслідування та запобігання проникнення судна порушника у територіальні води України), як найбільш надійний. Як метод оптимізації, автором був обраний метод Пауєла-Флетчера-Давідона, як найкраще досліджений у сфері кораблебудування та проектування на ранніх стадіях.

Після формування «першої» точки вектору незалежних змінних починається процес оптимізації, а саме пошуку мінімуму цільової функції в *n*-мірному евклідовому просторі. Однак цей простір має бути обмежений функціональними та тривіальними обмеженнями як показано на блок схемі рис.1.

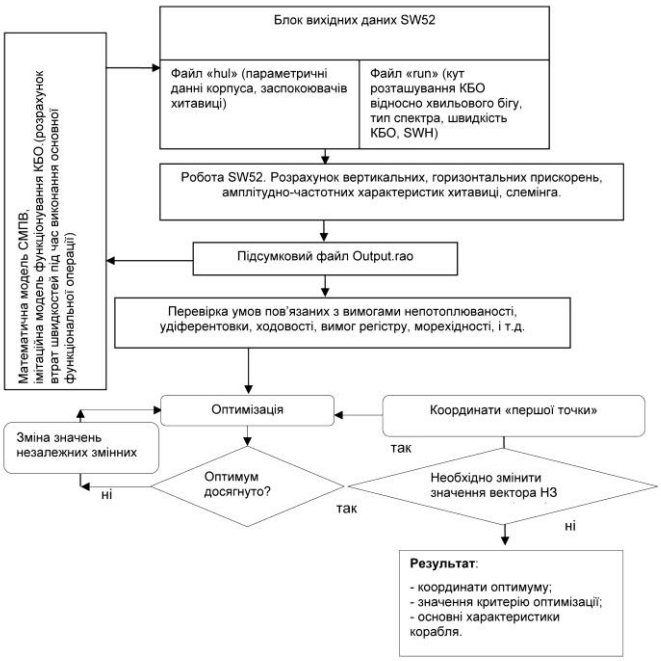


Рис.1 Блок схема роботи програмного комплесу PatrolSWATH

Однак, в процесі концептуального проектування зазвичай не враховуються як обмеження, максимально допустимі значення характеристик хитавиці по найбільш важливим ступеням свободи, та напрямкам руху судна, та кутом бігу хвиль, вертикальні прискорення в найбільш важливих точках корпусу (для функціонування команди та озброєння, та розрахунку природних втрат швидкостей), та вимушені втрати швидкості що пов'язані зі слемінгом такого корабля як СМПВ. У зв'язку зі складністю розрахунків та не типовою формою шпангоута традиційні методи розрахунків не дають якісного результату, що стало на заваді для використання вище перерахованих характеристик у процесі оптимізації. Саме тому на сьогоднішній день патрульні кораблі в Україні не відповідають вимогам НАТО щодо морехідних якостей. Однак будь-який корабель незалежно від особливостей його шпангоута має бути розглянутий як лінійна система, що перетворює вхідний сигнал у вигляді нерегулярного морського хвилювання на вихідний сигнал (хитавиця корпусу) по кожній зі ступенів свободи, з урахуванням довгострокового розподілу вітро-хвильової обстановки Чорноморського регіону та конкретної зони патрулювання. Незважаючи на велику кількість публікацій з проектування СМПВ, на даний час практично відсутні науково обґрунтовані методи вибору оптимальних головних розмірів патрульних суден типу SWATH, які враховують в процесі оптимального проектування, виконання критеріїв морехідності на основі спектральної, гідродинамічної, стохастичної, енергетичної теорії хитавиці. Такий підхід істотно змінює значення критерію «вартість-ефективність» та вибору максимуму цільової функції, адже кораблі типу СМПВ значно дорожчі у порівнянні зі своїми однокорпусними конкурентами. Однак математична програмна реалізація подібної методики вибору головних розмірів корабля берегової охорони, на сьогоднішній день не була створена, що обумовлює актуальність дослідження. Критерії морехідності виглядають наступним чином:

Таб №1 Вимоги до морехідних якостей кораблів

Бортова хитавиця	≤8°
Кільова хитавиця	≤3°
Вертикальні та горизонтальні прискорення у центрі ваги корабля	≤0.4 g
Слемінг	30 уд/год

Удосконалення процесу розрахунку максимальних значень хитавиці, а також вертикальних прискорень у контрольних найбільш важливих точках для функціонування судна, протягом процесу оптимізації згідно вищеперерахованих критеріїв являє собою мету дослідження.

На першому етапі перевірка заявлених переваг здійснювалась за допомогою програмного забезпечення «Bentley», яке дозволяє розраховувати хитавицю за допомогою методу пласких перетинів і за допомогою панельного методу.

Модуль «Motion Design» дозволяє розрахувати характеристики качки з допомогою двох методів: лінійна теорія плоских перетинів і панельний метод [1]. У разі розрахунку для СМПВ актуально використовувати панельний метод, так як він точніше відображає нетипову форму шпангоута, однак працює лише при нульовій швидкості.

Метод плоских перетинів, доступний для розрахунків амплітудно-частотних характеристик судна на ходу використовує, розроблений в 1929 році Ф. Льюісом метод апроксимації шпангоута. Ним запропонована наступна функція, що реалізує конформне відображення зовнішності одиничного кола в площині комплексної змінної т, на зовнішність контурів, по близьких формі до дубльованим щодо ватерлінії корабельним шпангоутам в площині ζ:

$$\zeta = y + iz = ia_0(\tau + a_1\tau^{-1} + a_3\tau^{-3}) \quad (1)$$

тут a_0 і a_1, a_3 дійсні постійні, при чому a_0 розраховується через a_1, a_3 і дійсну осадку судна *T*:

$$a_0 = -\frac{T}{1 + a_1 + a_3} \quad (2)$$

Таким чином, контур Льюіса визначається коефіцієнтами a_1 і a_3., які повинні бути виражені через параметри реального шпангоута. Виразимо напів-ширину шпангоута по ватерлінії b/2 через постійні a_1 і a_3.

$$\frac{b}{2} = T\frac{1 - a_1 + a}{1 + a_1 + a_3} \quad (3)$$

Відповідно, один з параметрів, що визначають контур форми Льюіса, матиме вигляд:

$$\frac{2T}{b} = \frac{1 + a_1 + a_3}{1 - a_1 + a_3} \quad (4)$$

Другий параметр коефіцієнт повноти *β*:

$$\beta = \frac{\pi}{4}\frac{1 - a^2{}_1 + 3a_3^2}{(1 + a^2{}_1) - a_1^{\,2}} \quad (5)$$

Так як параметрами *β* і *2T/b* повністю визначають ординати контурів форми Льюїса, останні називаються двухпараметричними. Очевидно, що реальний шпангоут і апроксимуючий його двухпараметричний контур мають однакові коефіцієнти повноти і відносної осадки до напівширини, але дещо відрізняються один від одного за формою. Для шпангоутів, що мають традиційні обводи, ця обставина майже не позначається на величині приєднаних мас. Однак для суден типу СМПВ вигляд шпангоутів має колосальні відмінності які можна побачити на мал.1(а).

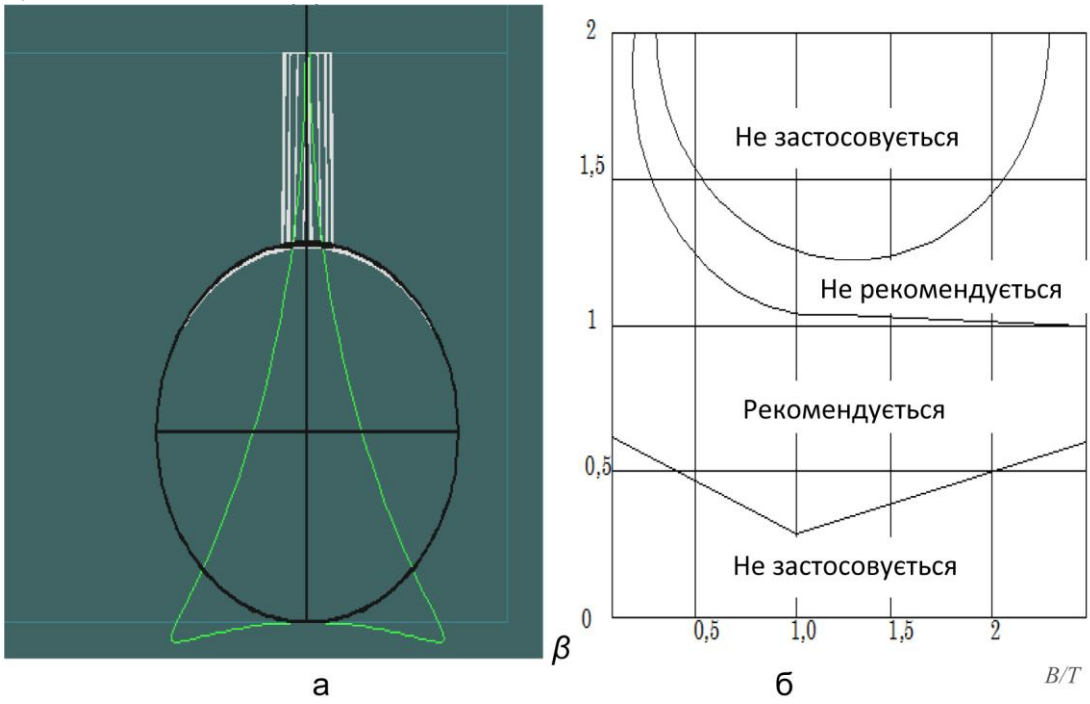


Рисунок 2. а - Результат апроксимації реального шпангоута СМПВ методикою Льюіса; б - Графік рекомендацій по застосуванню апроксимації Льюіса [2].

На сьогоднішній день цю апроксимацію використовує більшість популярних програмних забезпечень, які використовуються при проектуванні суден.

Програма “patrolSWATH” оптимізує розміри корабля берегової охорони з урахуванням розрахунків блоку “SW52” [4], який в свою чергу визначає статистичні коливання судна, викликані рухом судна на постійній швидкості на нерегулярному хвилюванні при будь-якому розташуванні щодо бігу хвиль.

У процесі руху судна в умовах нерегулярної хитавиці процеси силової та кінематичної реакції судна на хвилі будуть являти собою нерегулярні функції часу. В блоці SW52 використовується спектральний метод розрахунку ймовірнісних характеристик хитавиці, котрий являє собою продовження лінійної гідродинамічної теорії хитавиці при переході до нерегулярного хвилювання. Спектральний опис морського нерегулярного хвилювання передбачає, що це явище являє собою стаціонарний гаусовський процес, а його головною характеристикою є спектр. Для частотного спектру *S(σ)* розроблено достатньо велика кількість апроксимуючих формул.

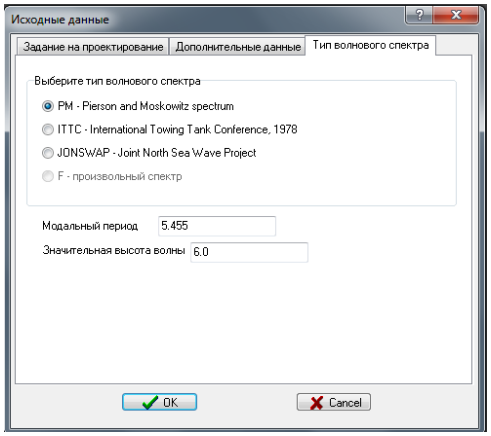


Рис.3 Меню вибору спектру для розрахунку характеристик морехідності

У програмі є можливість зміни спектральної апроксимації за зразком програмного комплексу “Maxsurf Motion” рис.3.

Автор наводить результати розрахунків АЧХ СМПВ “Navatek I” без ходу, та на швидкості *v*=15 вузл [5].

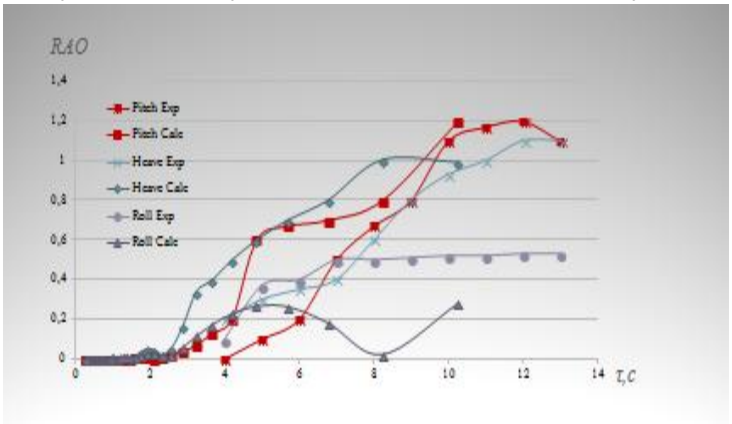


Рисунок 4. АЧХ судна “Navatek I”: Exp - експеримент *v* =15 вузл [3]; Calc- розрахунок в ПО “Patrol Swath”, блок “ SW52” *v* =15 вузл. Δ=365 (т); *L*=34(м); □=16(м); *d*=3,7(м); тип спектра JONSWAP, $h_{1/3}$=6 (м).

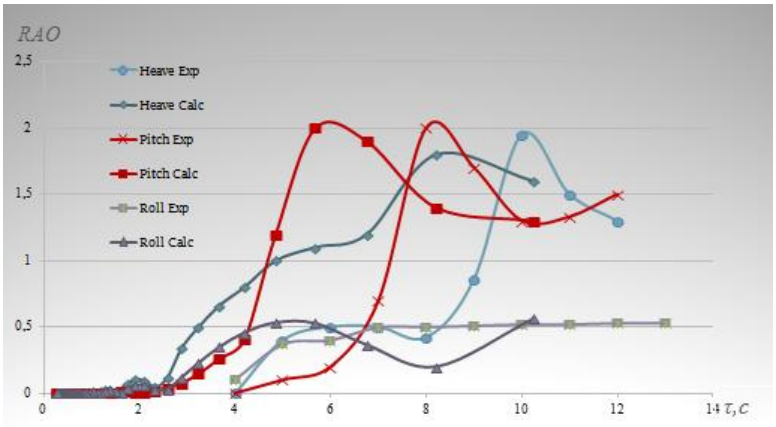


Рисунок 5. АЧХ судна “Navatek I”: Exp - експеримент без ходу [3]; Calc - розрахунок в ПО “Patrol Swath”, блок “SW52” без ходу. Δ=365 (т); *L* =34(м); □ =16(м); *d* =3,7(м); тип спектра JONSWAP, $h_{1/3}$=6 (м).

Висновки

1. Розроблена блок схема логічної взаємодії оптимізації у звичному вигляді та модуля SW52, (що формує систему лінійних диференціальних рівнянь та вирішує їх на кожному кроці оптимізації методом Пауела-Флетчера-Давідона).
2. Доведено необхідність розробки блоку розрахунку хитавиці для кораблів типу СМПВ у зв’язку зі неефективністю використання інших програмних продуктів, що для розрахунку використовують апроксимацію Льюіса.
3. Наведені результати порівняння розрахунків бортової, кільової та вертикальної хитавиці з експериментом, що задовільнять умовам точності інженерних розрахунків на ранніх стадіях проектування.

Список літератури

1. Bentley Maxsurf Motion, Help
2. **Ремез Ю.В.** Качка корабля [Текст]/ Ю.В. Ремез; Л. : Судостроение 1983.с.48-49
3. **Seldl L. H., Clifford W. F., Cummungs G. P.,** Design and operational Experience of the Swath ship NAVATEK-1/ Marine technology .- Vol. 30, № 3.-1993 pp/ 153-171
4. **D. T. Higdon,** Multi-Hull Motions Simulation /Text/4 July Philadelphia, 2000 . Режим доступу – http://home.earthlink.net/~dynamicstech/downloads/multi-overview.html
5. **Кондратьєва Л.Ю.** Розрахунок критеріїв морехідності в задачі оптимізації патрульних суден [Текст]// Сучасні інформаційні та інноваційні технології в транспорті» MINTT (Херсон ХДМА) 2016 19-20 травня с.117-121

УДК 629.525.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ И МОМЕНТОВ КРЕЙСЕРСКО-ГОНОЧНОЙ ЯХТЫ

Астахова А.О.,
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

Крейсерско-гоночная яхта может быть рассмотрена как физическая система, которая находится на границе раздела двух сред и полностью основана на силах, возникающих при движении. В связи с этим, паруса, которые расположены в набегающем воздушном потоке, могут рассматриваться как набор аэродинамических крыльев, которые с помощью сил, действующих на них, приводят к движению. Также у парусной яхты есть гидродинамические крылья, которые расположены под яхтой и погружены в воду (киль и перо руля). Эти крылья уравновешивают аэродинамические силы, создавая сопротивление с одной стороны, а с другой стороны действует против дрейфа, который вызван силами ветра и фактически действует как направляющая поверхность. Корпус яхты, который расположен в плоскости разграничения между воздухом и водой, создает сопротивление и обеспечивает необходимую плавучесть, кроме того является конструктивной платформой парусного вооружения и выступающих частей. Совместно с килем, корпус противодействует кренящему моменту, полученному в результаты действия аэродинамических сил. [1]

Как видно, парусная яхта – это сложная физическая система, которая характеризуется сильной двухкомпонентной связью гидро- и аэродинамических сил. Из-за нестационарной природы ветра, движение яхты также является не стационарным из-за силы от волнения действующие на систему яхты. Это значительно усложняет прогнозирование производительности и поэтому до сих пор этим пренебрегали. Вместо этого для прогнозирования скорости лодки обычно ограничиваются установившимся или, точнее, лабораторными условиями. С общей точки зрения, прогнозирование эффективности парусных лодок имеет три основных компонента:

- Модель аэродинамических характеристик парусного вооружения;
- Модель гидродинамических характеристик яхты;
- Определение баланса этих характеристик по отношению к оптимальной скорости.

Аэродинамические силы очень сложно предсказать. Испытания в аэродинамической трубе могут определить силы, но пересчитать силы с модели на натуру сложно, из-за невозможности определить число Рейнольдса. Натурные испытания очень сложно осуществить из-за неустановившегося профиля скоростей ветра.

Для определения аэродинамических сил используют эмпирические коэффициенты сопротивления и подъёмной силы, такие как коэффициенты которые были получены в результате Дельфтской серии (рис. 1). Другой метод, расчет потока, потенциального потока. Но этот метод занимает много времени и ресурсов.

Аэродинамические силы зависят от настройки парусов, угла крена яхты, скорости и угла кажущегося ветра. Настройка парусов определяется с помощью коэффициентов базисной модели, представленной через «reef», «flat», которые учитывают отклонения от оптимальной удифферентовки для того, чтобы уменьшить кренящий момент (рис.2) [3]

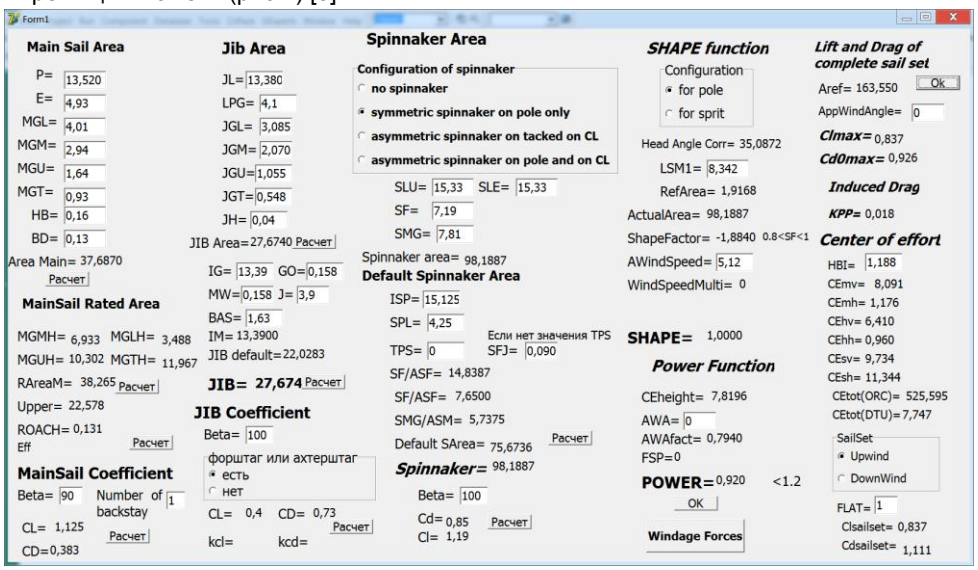


Рисунок 1-Определение площади парусов и коэффициентов сопротивления и подъёмной силы

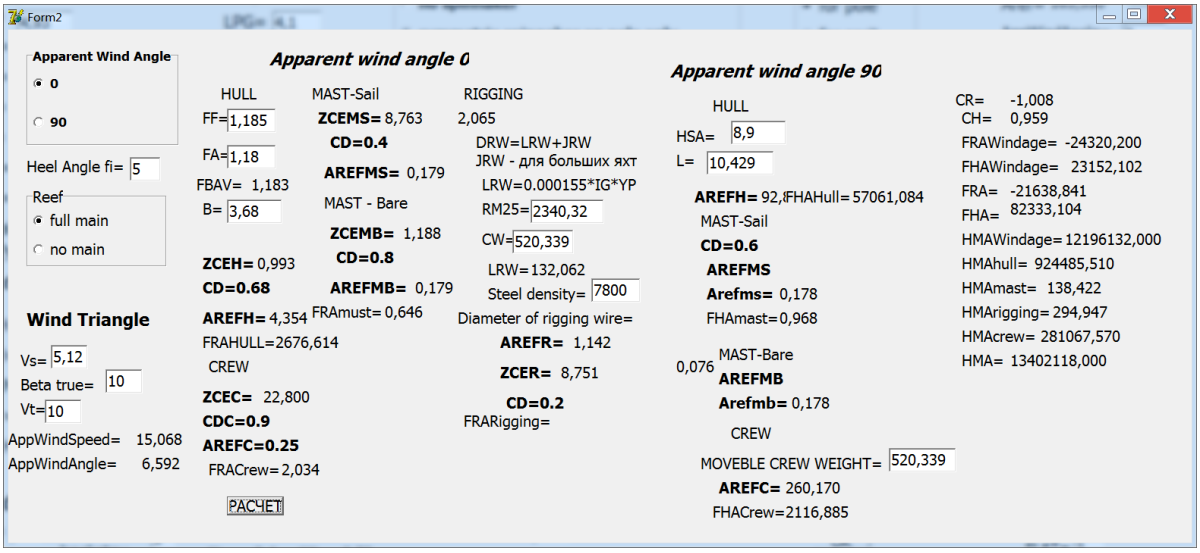


Рисунок 2 – Определение аэродинамических сил и моментов

Гидродинамическая модель описывает метод расчета сил и моментов для заданной степени свободы для любой комбинации значений переменных (рис.3). [2]

Полное сопротивление определяется по формуле:

$$R_{tot} = R_U + R_H + R_I + \sum R_{pp}, \quad (1)$$

где R_U - сопротивление в прямом положении без дрейфа;

R_H – дополнительное сопротивление, возникающее при крене;

R_I — индуктивное сопротивление

$\sum R_{pp}$ - сопротивление выступающих частей.

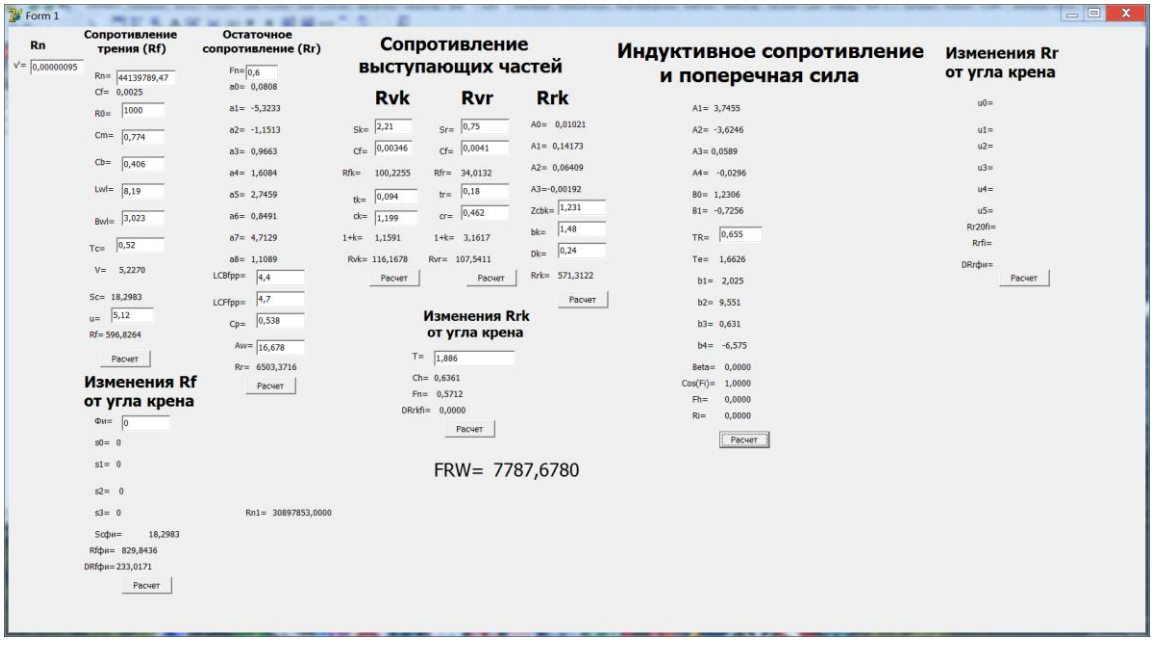


Рисунок 3 – Определение полного сопротивления крейсерско – гоночной яхты

В опытовом бассейне НУК им. адмирала Макарова была проведена буксировка двух моделей яхт в масштабе 1:10 при различных скоростях хода на тихой воде без угла дрейфа. Модель 1 имеет классические обводы, а Модель 2 – современные обводы (рис.4). [4]

Модель 1

Модель 2

Рисунок 4 – Модели крейсерско – гоночных яхт

Результаты модельных испытаний яхт НУК были сопоставлены с результатами, вычисленными по формуле (1). Итоги сопоставления представлены на рис. 4.

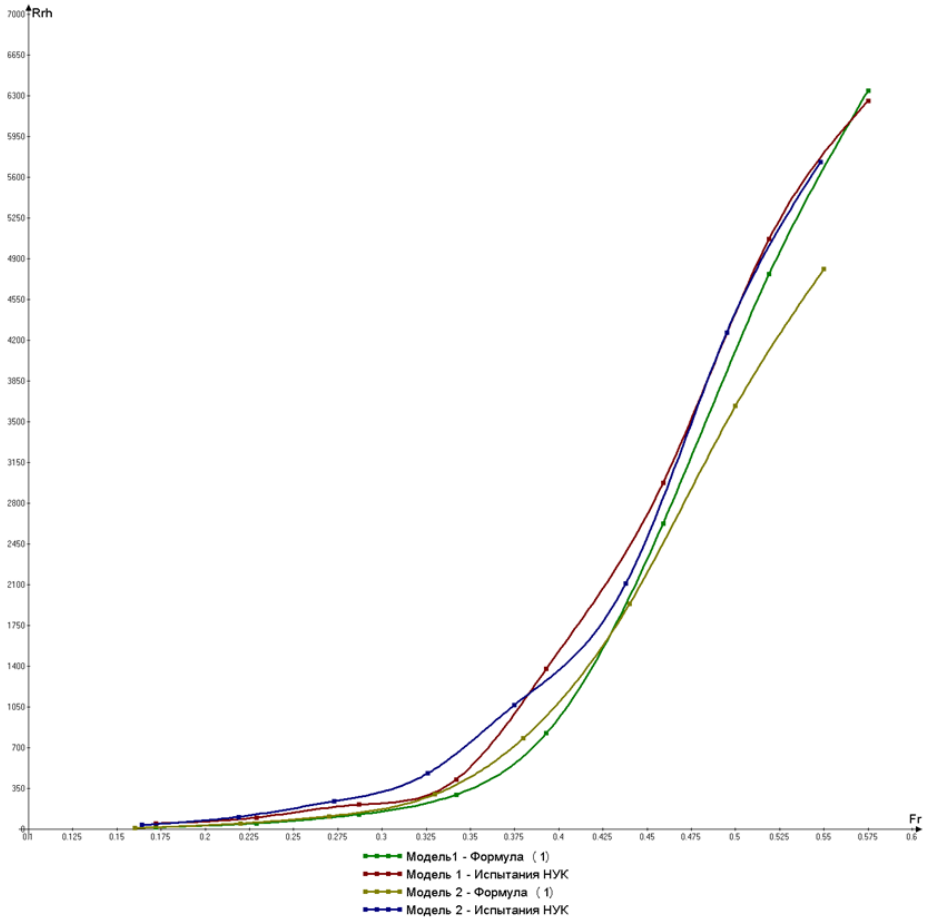


Рисунок 4 – Кривые остаточного сопротивления Модели 1 и Модели 2

Вывод. Разработан метод расчета характеристик аэро- и гидродинамических сил крейсерско-гоночных яхт. Произведено сравнение с имеющимися данными расчета на прямом и косом курсе. Получены удовлетворительное совпадение расчетных данных с данными других исследований.

Список использованной литературы

1. **Böhm c.** A velocity prediction procedure for sailing yachts with a hydrodynamic model based on integrated fully coupled ranse-free-surface simulations / Christoph BÖHM., 2014. – 2013 c.
2. **Larsson L.** Principles of Yacht Design / L. Larsson, R. E Eliasson. – London: Adlard Coles Nautical, 2014. – 350 c. – (5).
3. ORC VPP Documenation, 2016. – 85 c.
4. **Астахова А. О.** Исследование влияния обводов крейсерско – гоночных яхт на буксировочное сопротивление / А. О. Астахова, А. И. Кротов, А. П. Ястреба. // Збірник наукових робіт НУК. – 2014. – №5.

УДК 629.5.012

ПРИМЕНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ЯХТ В ПРИМЕНЕНИИ К ПАРУСНОЙ ЯХТЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Знова Ю.А. Ястреба А.П.
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

На сегодняшний день систематическая серия корпусов парусных яхт Дельфтского Университета DSYHS (Delft Systematic Yacht Hull Series) – это стандартный метод оценки буксировочного сопротивления парусных судов. Серии Delft-I,II и Delft-III объединяют результаты испытаний группы моделей с систематически изменяемыми параметрами и состоят из 73 моделей. Модели с одинаковыми килями и рулями испытывались при значениях Fn 0.15…0.75. [1]

Принято считать, что среди расчётных методов систематические серии дают большую точность – в пределах 5% погрешности, при условии, что обводы моделей серии и проектируемого судна достаточно близки. Декларируемая погрешность регрессионных методов выше, в большинстве случаев 10%, но они позволяют анализировать сопротивление без жёсткой привязки к характеру обводов корпуса. Используемый в обзоре регрессионный Метод Фонга (Fung) имеет применение для прогнозирования сопротивления скоростных водоизмещающих судов. Метод Савицкого (Savitsky pre-planing), применим для глиссирующих судов в переходном режиме движения начиная с значения Fn 0.38. Основан на систематических сериях, с использованием простых геометрических форм, схематизированных моделей.

В данной работе рассматривается модель парусной яхты с усовершенствованными обводами корпуса.

Главные размерения натурного судна: Lwl – 8m; Bwl – 2m; D – 1.5t.

Характеристики ходкости с учетом выступающих частей получены путем модельного эксперимента в опытовом бассейне.

Расчетные методы осуществлялись по трехмерной математической модели корпуса яхты в программной среде Maxsurf.

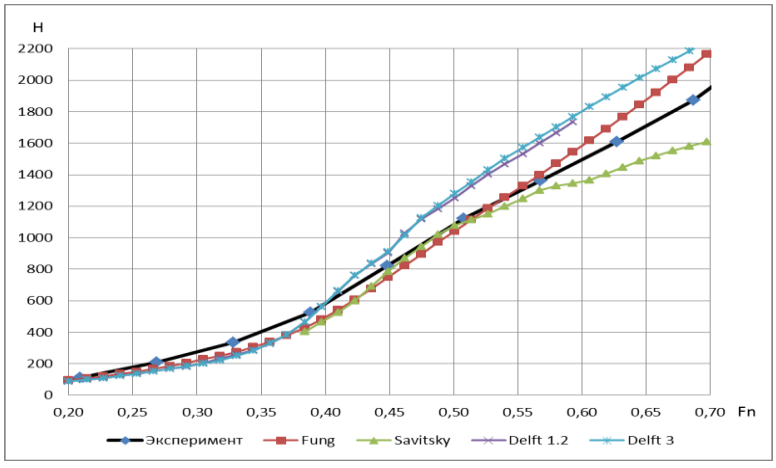


Рисунок 1 – Сравнение результатов модельных испытаний с результатами полученными методами прогнозирования

Характер обводов экспериментальной модели принципиально отличается от традиционных форм. В связи с этим метод на основе систематических серий Делфтского университета гидродинамики дал следующие показатели; в точке Fn 0,40 ветви графика пересекаются с экспериментальными данными. Далее сопротивление растет за счет волновой составляющей, при Fn 0,45 погрешность составляет 9,5% при Fn 0,50 - 11,5% и далее держится на уровне 10%.

Метод Фонга по большей части диапазона скоростей повторяет эксперимент с небольшим смещением в зону уменьшения, до Fn 0,53, места пересечения с экспериментальной характеристикой модели. Среднее отклонение 13% вплоть до Fn-0,70, где имеет значение 7,2%.

Приемлемую корреляцию с результатами эксперимента в диапазоне скоростей от Fn 0,38 и до Fn 0,57, описывает метод Савицкого «Pre-planing». Среднее расхождение не превышают 10%. Далее ветви расходятся и при Fn 0,70 достигают значения 30% в зону снижения сопротивления.

На основании применения существующих методов прогнозирования буксировочного сопротивления к яхте нового поколения можно сделать следующий вывод. Парусная яхта нового поколения по форме корпуса не соответствует традиционным типам обводов, которые имели место при составлении существующих регрессионных уравнений оценки сопротивления. Но по параметрам яхта входит в диапазон применимости этих регрессионных уравнений. Сравнение экспериментальных данных сопротивления движению яхты с расчетными данными, полученными при оценки ее сопротивления методами Фонга и Савицкого, созданными для работы с скоростными и глиссирующими типами судов в зоне переходного режима их движения, дают близкие результаты.

1. **J**. **Gerritsma** Sailing Yacht Performance in Calm Water and in Waves. [text] / J. Gerritsma, J.A. Keuning, A. Versluis // Eleventh Chesapeake Sailing Yacht Symposium, 1993.

УДК 005: 629.58 Б12

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ ТЕХНИКИ И ПОДВОДНЫХ РАБОТ

Сливницин В. Р.,
Международный классический университет им. П. Орлика

В настоящее время в Украине планируется производить большие объёмы подводных технических работ, направленных на добычу полезных ископаемых, а также нейтрализации подводных потенциально опасных объектов (ППОО). Для реализации таких масштабных проектов необходимо создание широкого спектра обитаемой и необитаемой подводной техники (ПТ), а также специальных материалов (СМ) для ПТ и подводных работ.

Главная проблема, определяющая актуальность исследования – высокая стоимость планируемых проектных работ по созданию ПТ и СМ, обусловленная спецификой их проведения и особенностями применения СМ (большие глубины погружения ПТ и пр.).

Согласно Руководства PMBOK, управление стоимостью проекта касается, прежде всего, стоимости ресурсов, необходимых для выполнения операций, снижению стоимости и времени выполнения проекта [1].

Для снижения ресурсных затрат таких проектов необходима разработка математических моделей, в т. ч. и для прогнозирования стоимости проектов.

Метод параметрической оценки предполагает использование характеристик (параметров) проекта в математической модели для прогнозирования общей стоимости проекта [1].

Из широкого перечня СМ наиболее сложными в получении и наукоёмкими являются сферопластики. Как следствие, создаваемые на их основе материалы плавучести (МП) для ПТ имеют высокую стоимость.

Создание отечественных МП с более низкой стоимостью позволило бы существенно снизить затраты на реализацию государственных проектов.

Разработанная математическая модель позволяет оперативно определять себестоимость создания МП для различных объёмов изготовления МП и различной гидростатической прочности, с целью снижения издержек и получения высокой эффективности проекта.

Для построения математической модели в расчёты включались параметры, зависящие от объёмов изготовления МП. Среди них выделены следующие: трудовые ресурсы, оплата труда, производительность труда, стоимость сырья, отходы производства.

С учетом составляющих бюджета проекта изготовления МП зависимость для расчета общих затрат в зависимости от предполагаемых объёмов выпуска МП (v,м³/мес) и гидростатической прочности МП (σ, МПа):

$$T(v,\sigma)=\frac{S(v)}{P(v)}+M(v,\sigma)\cdot p\cdot(1-D(M(v,\sigma))), \qquad (1)$$

где *S (v)* – зависимость общей суммы выплат (оплата труда персонала) от объёмов заказа; *P(v)* – зависимость роста трудозатрат, которая характеризует долю времени фактического выполнения работ к нормативной продолжительности рабочего времени; *M*(*v*,*σ*) – зависимость массы сырья, как от объёмов МП, так и от их плотности, зависящей в свою очередь, от гидростатической прочности; *p* – цена 1 кг сферопластика; *D*(*M*(*v*,*σ*) – функция характеризующая систему скидок, зависящих от объёмов закупки сырьевых компонентов для сферопластиков.

Результаты расчетов удельной себестоимости 1 м^3 МП представлены в виде графиков (рис. 1.) для нескольких значений гидростатической прочности МП, определяющей предельную глубину работы ПТ.

Из графиков на рис. 1 можно сделать несколько выводов. Во-первых, себестоимость изготовления МП для небольших глубин слабо зависит от самой глубины. Во-вторых, наблюдается сильная нелинейность в приведённых зависимостях. Это свидетельствует о наличии оптимального объёма выпуска МП.

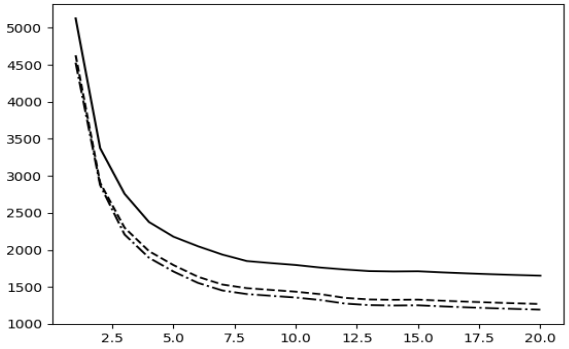


Рис. 1. Зависимость себестоимости изготовления 1 м^3 МП (у.е.) от объёмов выпуска МП (м^3/мес) при гидростатической прочности 5000 МПа (сплошная линия), 1000 МПа (штриховая линия), 200 МПа (штрих-пунктирная линия)

Данная модель позволяет проектному менеджеру прогнозировать стоимость проектных работ и согласовать с заказчиком экономически обоснованные минимальные объёмы заказываемых МП.

Ведение работ по гидробетонированию ППОО является технически сложной задачей [2]. Основной задачей является нахождение экономически оправданного варианта выбора судна необходимой грузоподъёмности с тем, чтобы оплата за его фрахт была соотнесена с затратами на топливо, непроизводительным временем (время переходов) и т.д.

Основными техническими характеристиками гидробетонирования являются: объём укладки бетонной смеси V, плотность смеси ρ и расстояние до ППОО (объекта бетонирования) L.

К основным экономическим факторам отнесены стоимость фрахта судна, фонд заработной платы экипажа и стоимость топлива. Приведённые в работе [3] зависимости (1)-(6) образуют математическую модель управления затратами и планирования ресурсов проекта подводного бетонирования ППОО, которая позволяет определять оптимальную грузоподъемность судна методом компьютерного моделирования. По результатам расчетов строятся графики. Пример таких графиков приведён на рис.2.

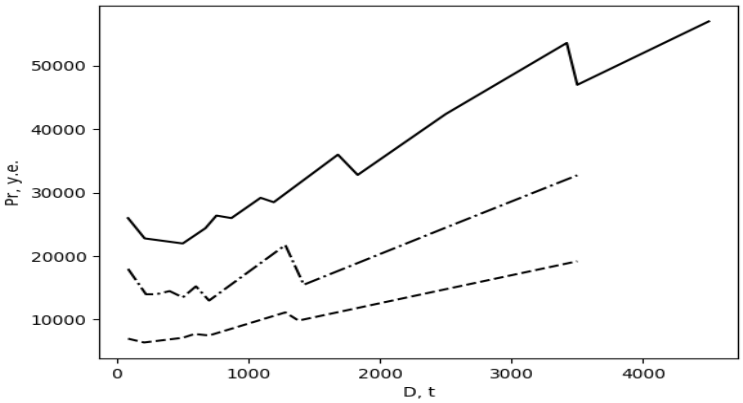


Рис. 2. Зависимость стоимости укладки (Pr) от грузоподъемности судна (D) на расстоянии 50 км и 650 м^3 бет. смеси (штриховая линия), на расстоянии 50 км и 1300 м^3 бет. смеси (сплошная линия), на расстоянии 150 км и 650 м^3 бет. смеси (штрих-пунктирная линия).

Анализ графика (50 км, 650 м^3 б.с.) показывает, что наименьшие затраты будут у судна с грузоподъёмностью 240 т (затраты составят примерно 6500 у.е.).

В работе [4] было проанализировано влияние организационных подразделений проектно-ориентированного предприятия – маркетинговой группы и группы мониторинга на основные риски.

Величина риска в проекте гидробетонирования ППОО и проекте создания МП рассчитывалась согласно методике статистической теории принятия решений [5]:

$$R(\theta) = \int L(\theta, \delta(\xi)) \cdot f(\xi \mid \theta) d\xi, \quad (2)$$

где R – величина риска, θ – параметр (совокупность параметров при векторном подходе), ξ – характеристическая переменная области изменения параметра, δ – функция оценки, L – функция потерь, f – функция распределения риска по параметру θ в области ξ.

В качестве параметра θ оценки риска выбран тип проекта. В качестве области изменения параметра была выбрана дискретная область нечеткого типа на множестве Q проектных характеристик

$$Q = \{V, P, C, R_i, R_f, R_m\}, \quad (3)$$

где V – объем продаж, P – рыночная цена проектной продукции, C – ее себестоимость, R_i – интеллектуальные ресурсы, R_f – финансовые ресурсы, R_m – материальные ресурсы.

По предложенной методике в работе [4] оценено влияние маркетинговой группы и группы мониторинга на величину риска для двух различных проектов: проекта гидробетонирования ППОО и проекта разработки и производства МП.

В случае проекта гидробетонирования ППОО существенное (около 1,5 раза) снижение риска достигается введением в организационную структуру группы мониторинга, в то время как аналогичное снижение риска для проекта создания МП связано с введением маркетинговой группы.

Список литературы

1. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) Третье издание. 2004 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA / США

2. **Блинцов, В. С., Бабкін Г. В., Буруніна Ж. Ю.** Організаційна структура підприємства з нейтралізації підводних потенційно небезпечних об'єктів // Електронний вісник НУК. – 2011. – № 5. – С. 30–38.

3. **Бабкин Г. В., Самойленко Д. Н., Сливницин В. Р.**Управление затратами и планирование ресурсов проекта бетонирования подводных потенциально опасных объектов // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2010. – № 1 (430). – С. 151–158.

4. **Бабкин Г. В., Самойленко Д. Н., Сливницин В. Р.** Управление рисками в проекте по созданию специальных материалов для подводной техники // Електронний вісник НУК. – Миколаїв: НУК, 2011. – № 4. /[Электронный ресурс]. – http://ev.nuos.edu.ua/ru/publication?publicationId=16194.

5. **Орлов А. И.** Теория принятия решений: учебник. — М.: Экзамен, 2006. — 573 с.

УДК 629.5.01

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АПАРАТА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СОСТАВА КОРАБЕЛЬНОЙ ГРУППЫ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ПВО-ПРО ПРОТИВНИКА

Тынянский Н.И.,
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова

Анализируя примеры применения ракетного вооружения, как наземного так и воздушного базирования, в военных конфликтах поледних лет [1-2], можно заметить что основной целью обороняющейся стороны является недопущение входа противника в активную зону действия его основного вооружения. Результатом этого является пуск на придельных дальностях, что в силу скоротечности этого процесса и скоротечности процессов в управлении корабельными соединениями при боевых действиях делает этот процесс наиболее трудным для проработки.

Современное состояние отечественного флота не позволяет иметь полную информационную обстановку сил и средств противника, обнаруживать средства поражения противника на больших дальностях, не позволяет провести планирование отражения налета с учетом складывающейся тактической ситуации, оптимально расположить корабли, выдать целеуказание и т. д. Для достижения превосходства на поле боя необходимо обеспечить информационное превосходство над противником.

Построение задачи для исследования системы управления и управляемых объектов включает 2 составляющие [3]:

1. математическое описание функционирования сети управления,

2. математическое описание задачи от момента получения целеуказания до поражения противокорабельной ракеты.

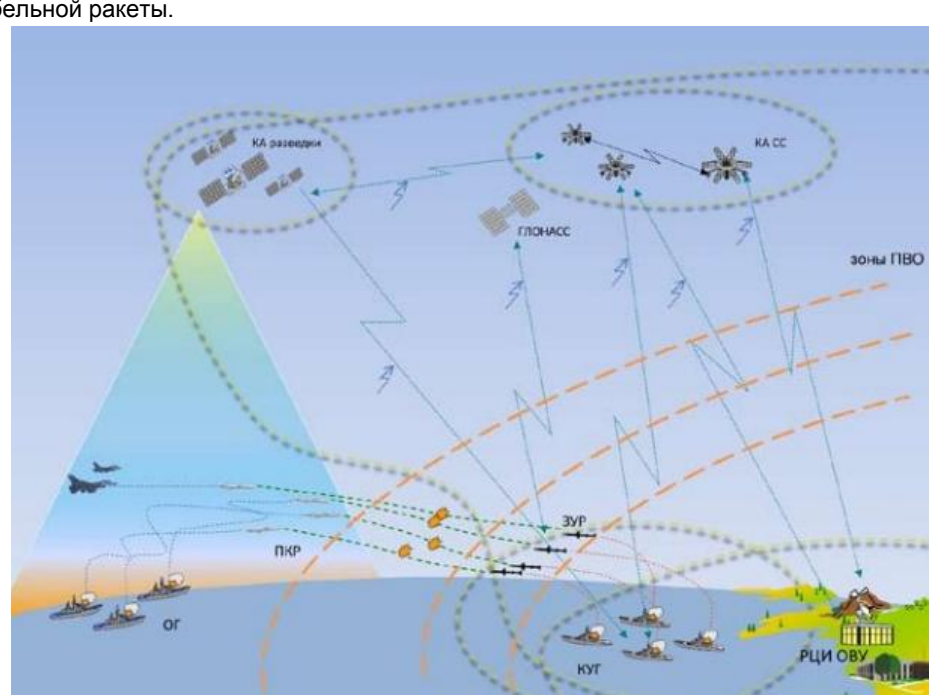


Рис.1 Схема взаимодействия сил флота при выполнении задачи противодействия ПВО-ПРО противника

Рис.2 Графическая схема событий при ПВО-ПРО

КА разведки - космические аппараты разведки
КА СС – космические аппараты спутниковой связи
ГЛОНАСС – спутниковая система позиционирования
Зоны ПВО зоны противовоздушной обороны
ПКР противокорабельные ракеты
ЗУР зенитно управляемые ракеты
КУГ корабельная ударная группа
ОГ основная группа
РЦИ ОВУ радиолокационный центр общевойскового управления

Выводы. Дальнейшая проработка данной методики в перспективе даст возможность сформировать математическую модель позволяющую на основе ее вычислений давать рекомендации относительно состава сил и средств корабельно-десантной группы, выдвигать требования к ее техническим характеристикам.

Список использованной литературы.

1. **Чупарис В.А.** Применение космической группировки США в ходе операции в Афганистане [Текст] / В.А. Чупарис. – Зарубежное военное обозрение , 2002. С. 30–31 .
2. **Рог В.Г.** Характерные черты современных войн. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nvo.ng.ru/concepts/2007-12-07/5_wars.html
3. **Новиков И.С.** Исследование операций. Применение математического аппарата полумарковских процессов для решения ряда задач оценки эффективности разведки[Текст] / И.С. Новиков. – Научно-технический сборник, 1997, С. 17–19

УДК 629.5

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ КАТЕРІВ

Саустіян Яна Павлівна,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Питанням проектування безекіпажних надводні катерів (БЕК) займається велика кількість науковців у всьому світі, тому що їх широкого застосовують у військових операціях, у досліджені морських надр, для екологічного моніторингу морського середовища та координації операцій з автономними незаселеними підводними апаратами (АНПА) [1].

Створення методів визначення основних елементів безекіпажних надводних катерів є одним із основних завдань теорії проектування безпілотних плавзасобів. Після вибору головних елементів БЕК, його основні характеристики стають більш визначеними. Якщо відомі головні розміри, обрана відповідна форма обводів, встановлено архітектурно-конструктивні особливості, складена схема загального розташування, встановлені основні показники морехідних якостей, то вся наступна робота у розробці проекту є лише деталізацією раніше прийнятих рішень. Подальша робота вже не буде базуватися на основі теорії проектування, а на вирішені питань теорії корабля, будівельної механіки, конструкції корпусу, технології суднобудування та ін. Всі подальші розрахунки, пов'язані зі статикою та динамікою БЕК, його міцністю та іншими характеристиками, будуть мати ключовий характер, так як в основу цих розрахунків будуть закладені раніше встановлені значення головних елементів БЕК.

Системний підхід є головною методичною основою створення математичних моделей для САПР безекіпажних надводних катерів [2]. Відповідно до системного підходу БЕК в процесі проектування вивчається як складна імовірнісна система, що складається з підсистем. При методологічному об'єднанні підсистем виникає нова характеристика БЕК, яка відсутня в окремих підсистемах. У типовому випадку, якщо предметом служить визначення характеристик БЕК для оновлення флоту судноплавної компанії, концепція системного підходу приводить до висновку, що БЕК є частиною більш загальної системи.

Концепція системного підходу дозволяє визначити вихідні дані та обмеження для проектування безекіпажного катера, а також напрямок процесу проектування. [3].

При визначенні характеристик БЕК нових типів, що плануються для проектування за програмами розвитку суднобудування у тих юрисдикціях, для яких не характерна побудова серійних БЕК, можуть виникнути нетипові задачі. Проектування таких БЕК має бути спрямоване на задоволення сувокупності спеціальних вимог залежно від особливостей пристроїв та обладнання спеціального призначення, які плануються для встановлення на БЕК [3].

Завдання визначення головних елементів БЕК має значні труднощі, тому що основна задача полягає в необхідності задовольнити велику кількість вимог, що ставляться до його проектування. Оптимізація основних елементів БЕК і його архітектурно-конструктивного типу на початкових стадіях проектування із застосуванням систем автоматизованого проектування (САПР) значно знижує трудомісткість проектних робіт.

Під системою розуміється певна сукупність елементів, що зв’язані між собою і взаємодіють з навколишнім середовищем як одне ціле. Розглядаючи сучасний БЕК як складну систему, необхідно відзначити те, що вона складається з таких взаємопов'язаних підсистем як:

- корпус;
- силова установка;
- навігаційне обладнання;
- засоби зв'язку;
- засоби управління;
- суднові пристрої та ін.

Розробка методики визначення основних проектних характеристик БЕК включає у собі формулювання і вирішення задачі функціонування, створення математичної моделі визначення основних елементів БЕК.

За допомогою методів апроксимації можливо побудувати регресійні рівняння, створених на основі обробки бази даних характеристик сучасних безекіпажних надводних катерів. Це дозволить виконати оцінку основних елементів БЕК у першому наближенні як при грубій оцінці головних розмірів, так і для початкових стадій пошуку оптимальних значень елементів БЕК у оптимізаційній задачі проектування.

Висновок

На основі сучасних статистичних даних і засобів регресійного аналізу можна отримати відповідні залежності для визначення основних елементів безекіпажних надводних катерів на початкових стадіях проектування. Ці залежності, характеризуються високою точністю апроксимації емпіричних даних, які рекомендовані для складання математичної моделі БЕК.

Список використаної літератури

1. **Brual Shah.** Planning for autonomous operation of unmanned surface vehicles [Electronic resource] / University of Maryland. – 2016. – Available at: http://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/19040/Shah_umd_0117E_17582.pdf?sequence=1.
2. **Гайкович А. И.** Системотехника и основы САПР в судостроении [Текст] : учеб. пособие / А. И Гайкович, Ю. Н. Семенов. – Л. : Изд. ЛКИ, 1989. – 100 с.
3. **Огай С.А.** Системный подход при определении характеристик судов планируемых к постройке в соответствии с программами развития судостроения [Текст] /Огай С.А., Войлошников М.В., Хромченко Е.Б. // Морские интеллектуальные технологии. – 2013. – Вып. 1. – С.42-48.

УДК 629.5.015.4:539.431

КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ СУДНОКОРПУСНИХ ВУЗЛІВ

Коростильов Л.І., д. т. н., проф., Литвиненко Д.Ю., пров. інж., Морозан С.М., студент,
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Комп'ютерна програма «ETM fatigue» була розроблена на кафедрі конструкції та механіки судна на базі експериментально-теоретичного методу розрахунку втомної міцності суднокорпусних вузлів в його базовому та удосконаленому варіанті. Вона дозволяє автоматизувати розв'язок наступних задач, пов'язаних із втомною міцністю суднокорпусних вузлів:

4) задача оцінки втомної міцності вузла при відомих параметрах зовнішнього навантаження, характеристиках матеріалу та його геометрії;
5) проектувальна, при заданих параметрах зовнішнього навантаження, характеристиках матеріалу та показниках втомної міцності вузла;
6) визначення максимально допустимого параметру зовнішнього навантаження при відомих геометрії вузла, характеристиках матеріалу та показниках його втомної міцності.

Перелічені задачі можуть виникнути для випадків навантаження як постійного, так і стохастичного характеру. Деякі відомості про методику розв'язку задачі оцінки втомної міцності представлені в роботі [1].

Для випадку навантаження незмінного розмаху розв'язок перелічених задач виконується у програмі за допомогою базових залежностей експериментально-теоретичного методу, які можна знайти, наприклад, в публікації [2]. Нелінійні рівняння при цьому розв'язуються у програмі методом перебору, відповідно до роботи [3].

При навантаженні стохастичної амплітуди, яке є найбільш характерним для суднокорпусних вузлів, для розрахунку втомної міцності використовується гіпотеза лінійного підсумовування втомних пошкоджень у форматі суми або інтегралу, а також модифіковані криві втоми експериментально-теоретичного методу, відповідно до роботи [4]. Вказана гіпотеза дозволяє визначити величину міри втомного пошкодження вузла D, критичне значення якої часто приймають на рівні одиниці (D<1). Розв'язок проектувальної задачі визначається з наступного нелінійного рівняння

$$D([K_t]_{\text{втом}}) = D_з, \qquad (1)$$

де $[K_t]_{\text{втом}}$ – величина (максимально) допустимого коефіцієнту концентрації напружень з умови забезпечення заданого рівня втомної міцності; $D_з$ – заданий рівень втомного пошкодження.

Для розв'язку рівняння (1) у програмі також використовується метод перебору. Чисельне інтегрування для визначення величини D при неперервному розподілі випадкових розмахів номінальних напружень виконується методом трапецій, відповідно до роботи [5]. Розв'язок задачі пошуку максимально допустимого

параметру зовнішнього навантаження стохастичного характеру з умови забезпечення втомної міцності визначається з подібного до (1) нелінійного рівняння, яке розв'язується у програмі аналогічним способом, як і рівняння (1).

Комп'ютерна програма має модульну структуру та складається з чотирнадцяти модулів. Основний модуль програми призначений для побудови та виведення на екран кривих втоми для розрахунків при навантаженні регулярного або стохастичного характеру, а також їх ключових точок. При розробці програми «ETM fatigue» використовувалась інтегроване середовище розробки Delphi, основи роботи в якому можна знайти, наприклад, в джерелі [6]. Головне вікно програми представлено на рис. 1. Коректність роботи програмних модулів перевірялась порівнянням із результатами, отриманими за допомогою комп'ютерних математичних пакетів.

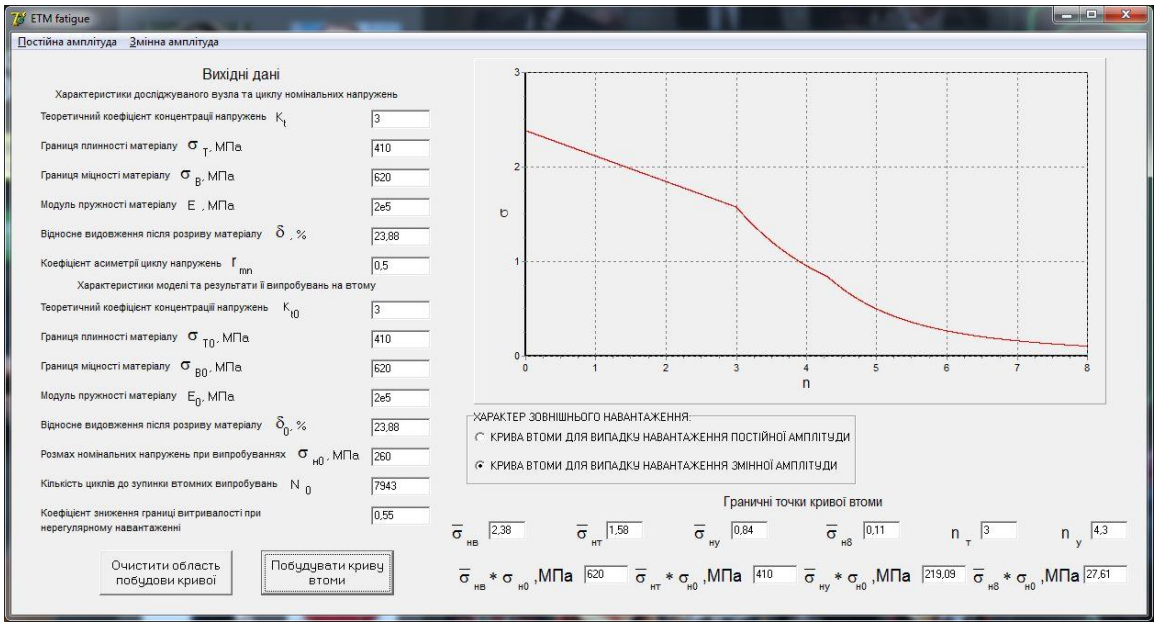


Рисунок 1 – Головне вікно програми «ETM fatigue»

Висновки. Розроблена комп'ютерна програма «ETM fatigue» дозволяє автоматизувати розв'язок наступних задач: оцінки втомної міцності суднокорпусного вузла, його проектування з умови забезпечення втомної міцності, а також визначення допустимого зовнішнього навантаження на вузол із зазначеної умови. Перелічені задачі розв'язуються за допомогою базового та модифікованого варіантів експериментально-теоретичного методу та включають випадки навантаження регулярного та стохастичного характеру.

Список використаних джерел

1. **Коростильов, Л.І.** Методика розв'язку задач оцінки втомної міцності суднокорпусних вузлів експериментально-теоретичним методом [Текст] / Л.І. Коростильов, Д.Ю. Литвиненко // Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв: НУК, 2017. – С. 19-21.
2. **Коростылев, Л.И.** Оценка усталостной прочности сварных узлов тонкостенных конструкций в многоцикловой области / Л.И. Коростылев, С.Ю. Клименков // Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла: збірник наукових праць ДНУ ім. О. Гончара. Днепропетровск: Наука і освіта, 2010. – № 11(352). – С. 152-159.
3. **Вержбицкий, В.М.** Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения) [Текст] / В.М. Вержбицкий. – М.: Высшая школа, 2000. – 266 с.
4. **Литвиненко, Д.Ю.** Об учете средних и остаточных сварочных напряжений при построении кривых усталости судокорпусных конструкций согласно экспериментально-теоретическому методу [Текст] / Д.Ю. Литвиненко // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – № 4 (Ноябрь). – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. – С. 19-32. – ISSN 2073-1574
5. **Калиткин, Н.Н.** Численные методы: учеб. пособие [Текст] / Н.Н. Калиткин – 2-е изд. исправленное. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с.
6. **Культин, Н.Б.** Основы программирования в Delphi XE [Текст] / Н.Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

УДК 667.6

РОЗРОБКА НЕТОКСИЧНИХ ВОГНЕСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ СУДНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПОЖЕЖІ В ЗАМКНЕНОМУ ПРОСТОРІ

Бурдун Е.Т., Кочанов В.Ю., Юреско Т.А., МавродійТ.В.
Національний університет кораблебудування им. адм. Макарова, м. Миколаїв

Сучасні тенденції розвитку вогнестійких інтумесцентних (що спучуються) покриттів (ВП) полягають у створення складів, компоненти яких і продукти їх розкладу при пожежі є нетоксичними. Особливо ефективні ОП при пожежах в замкненому просторі інженерних споруд - суднових приміщеннях, атомних і теплових електростанціях, на підприємствах нафтохімічної промисловості і на інших потенційно небезпечних об'єктах.

На початковому етапі розробки складу ВП як сполучна обрана поліорганосілоксановой смола, яка має високі технологічними характеристиками, нетоксична і водостійка. Для надання ВП здатності спучуватися при швидкому підвищенні температури до його складу пропонується ввести такі мінеральні та полімерні дрібнодисперсні наповнювачі:

- гідроксиди лужноземельних металів $Al(OH)_3$ і $Mg(OH)_2$ нетоксичні, при температурах 190-270°С розкладаються з виділенням води. При цьому поглинається значна кількість теплової енергії, що робить гідроксиди алюмінію і магнію ефективними антипіренами.

- пентаеритрит $C(CH_2OH)_4$ і меламін $C_3H_6N_6$ - слаботоксичний продукт, температура деструкції пентаерітріту становить 275°С, меламіну - 354°С. У складі ВП виконують функції компонентів, що містять вуглець та піноутворювач (аміак), які необхідні для утворення пінококсового шару.

- поліфосфат амонію $(NH_4PO_3)_n$ - слаботоксичний продукт, температура деструкції 270 ° С. У складі ВП є піноутворювачем, необхідним для створення пінококсового шару, і джерелом фосфорної кислоти, яка перешкоджає горінню компонентів, що містять вуглець.

Механізм роботи ВП інтумесцентного типу передбачається наступним.

На початкових стадіях підвищення температури (до 190-200°С) ВП не зазнає видимих змін структури матеріалу через високу теплостійкість кремнійорганічної смоли. При зростанні температури починається розкладання $Al(OH)_3$ з виділенням води і частковим спінюванням ВП. При підвищенні температури до 270°С хімічно розкладаються $(NH_4PO_3)_n$ і $C(CH_2OH)_4$ з інтенсивним газовиділенням і спінюванням поверхневих шарів ВП і початком утворення коксового шару. Практично відразу, при температурі 290°С починається термічний розклад гідроксиду магнію $Mg(OH)_2$ з виділенням води, додатковим спінюванням ВП і відведенням тепла. При температурі 350°С розкладається останній з активних компонентів - C3H6N6, який грає роль плівко-та піноутворювача і остаточно закріплює пінококсовий шар ВП. Слід зазначити, що при дії відкритого полум'я на поверхню температура зростає дуже швидко, тому все термохімічні процеси відбуваються практично одночасно, але зачіпають лише дуже тонкий зовнішній шар вогнестійкого покриття.

В умовах пожежі, функцію активних компонентів ВП виконують дрібнодисперсні наповнювачі, а кремнійорганічної смола термічно розкладається до оксиду кремнію і є хімічно нейтральною. Тому вміст наповнювача в складі ВП бажано максимально збільшувати, але без шкоди для технологічних характеристик композиції.

Досліджувалися склади ВП, масовий вміст компонентів в яких варіювався в діапазоні:

- кремнійорганична смола з каталізатором - 30% по масі ВП;
- дрібнодисперсні наповнювачі (ДН) - 70% по масі ВП;
- поліфосфат амонію - 65 ± 5% від маси ДН;
- пентаеритрит і меламін в співвідношенні 3:2 - 25 ± 5% від маси ДН;
- гідроксид магнію і алюмінію в співвідношенні 1:1 - 10 ± 5% від маси ДН.

Виконано випробування 9-й різних партій ВП по 5-ти зразках кожного складу, які полягали у дії відкритого полум’я газової лампи з температурою 600°С на сталеві пластини з нанесеним ВП. На рисунку представлені середні значення температур на зворотному боці зразків кожного складу в процесі дослідів.

В ході дослідів встановлено коефіцієнт спучування ВП (відносне збільшення товщини), який в середньому становив 52 - 65 і несуттєво залежав від складу зразків.

Експериментальні склади ВП показали хороші вогнезахисні властивості. Температура на зворотному боці зразків при випробуваннях в середньому не перевищувала 160°С, що значно нижче температури деструкції полімерної ізоляції суднових кабелів.

У перші 3-4 хвилини впливу відкритого полум'я поверхневі шари ВП спучувалися, а температура зворотної сторони зразків різних експериментальних складів стабілізувалася на рівні 110-150°С.

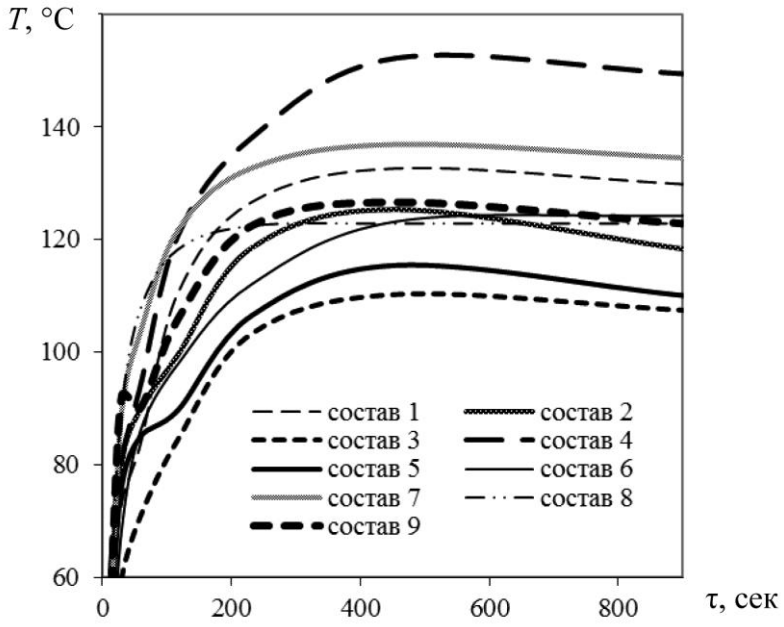


Рис. 4. Зміна температури на зворотному боці зразків.

ВИСНОВКИ. В результаті дослідження встановлено вплив співвідношення компонентів інтумесцентного комплексу і мінеральних наповнювачів на функціональні властивості ВП. Подальші дослідження можуть розвиватися в напрямку модифікації кремнійорганічної смоли для підвищення адгезійних властивостей ВП, вивчення взаємодії між його компонентами і оптимізації рецептури, з урахуванням введення до складу тугоплавких наповнювачів, диспергуючих і пластифікуючих добавок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. **Цапко, Ю.В.** Основні тенденції створення вогнезахисних спучуючих композицій для будівельних конструкцій / Ю. В. Цапко, А. В. Кравченко, П. В.Кривенко, М. В. Ніколаєнко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2016. – Вип. № 65. – С.142–147.

2. **Вахітова, Л.М.** Вогнезахисна ефективність інтумесцентних систем. Сумісна дія карбонізуючої сполуки та донора кислоти / Л.М. Вахітова, К. В. Калафат, М.П. Лапушкін // Хім. пром-сть України. – 2007. –№ 5. –С. 41– 46.

3. **Еремина, Т. Ю.** Особенности и принципы построения рецептур огнезащитных вспучивающих композиций на основе эпоксидных смол [Текст] / Т. Ю. Еремина, М. В. Гравит, Т. Ю. Дмитриева // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21. №7. – С.52–56.

4. **Кривенко, П. В.** Визначення впливу наповнювачів на спучувальну здатність органо-неорганічного покриття будівельних конструкцій / П. В. Кривенко, Ю. В. Цапко, С. Г. Гузій, А. В. Кравченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – Вып.5. –№ 10 (83). – С.26–31.

5. **Ненахов, С.А.** Экспериментальное изучение влияние толщины вспенивающихся покрытий на огнезащитную эффективность / С.А. Ненахов, В. П. Пименова // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – №5. – С. 41–47.

УДК 629.5.01:629.584

ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ ГАЗОНАПОЛНЕННОГО МАТЕРИАЛА НА МОДУЛЬ УПРУГОСТИ

Гейко С.П., к.т.н., Копийка С.В., к.т.н., доцент, Соломонюк Н.С., к.т.н.
Национальный университет кораблестроения им.адм. Макарова

Пористая керамика перспективна в качестве материала плавучести. Обладая высокой термостойкостью, она расширяет возможности исследования океанического дна в тех местах, где требуется защита технических средств от повышенной температуры. Так как материал плавучести работает в условиях гидростатического обжатия, то его важной характеристикой становится деформативность. Для указанных

целей целесообразно использовать блоки плавучести из закрытопористого пеностекла. Поэтому проанализирован модуль упругости данного материала при всестороннем сжатии.

За основу расчетной модели элементарной ячейки в пеностекле принят додекаэдр, который является наиболее вероятным при вспенивании полимерных [1] и неорганических материалов, в частности при вспенивании стекла [3].

Потенциальная энергия деформации блока плавучести – это сумма потенциальных энергий деформации всех ячеек материала. Так как материал подвергается равномерному всестороннему сжатию, то и ячейка материала находится в том же напряженно-деформированном состоянии, поэтому удельная потенциальная энергия деформации ячейки равна удельной энергии изменения ее объема.

Для упрощения вычислений полый додекаэдр заменяется эквивалентной по объему замкнутой сферической оболочкой (радиус внутренней полости остается прежним, находится эквивалентная толщина сферической оболочки) и определяется ее среднее нормальное напряжение.

С учетом вышесказанного определяется потенциальная энергия деформации объема материала. И так как закрытопористое пеностекло в блоке плавучести имеет определенный процент открытых пор, проникающая внутрь вода приводит к изгибу пластин граней додекаэдра. То есть к изменению потенциальной энергии формы пластин. Что также учитывается. Полная потенциальная энергия всех пластин будет

$$W_{\text{п}} = \eta \frac{b^3 q^2 \pi (3 + 2\nu + 5\nu^2 + 2\nu^3)}{409\left(1 + 0{,}5\frac{h}{a}\right)^3 E}\left(1 + 7{,}54\left(\frac{h}{a}\right)^2\right)^2 \left(\frac{a}{h}\right)^3 . \quad (1)$$

где η – доля открытых пор в материале, *q* – гидростатическое давление, *h* – толщина, *a* – радиус полости или внутренний радиус эквивалентной сферической оболочки, ν – коэффициент Пуассона материала..

Таким образом, удельная потенциальная энергия материала будет равна сумме удельных потенциальных энергий ячеек, находящихся в равномерном всестороннем обжатии, и граней, подвергающихся изгибу от давления на них воды.

С другой стороны, рассматривается потенциальная энергия пеностекла как квазиоднородного материала в условиях всестороннего равномерного сжатия, для которой модуль упругости пеностекла – *E**.

С учетом этих условий можно определить модуль упругости пеностекла при гидростатическом сжатии:

$$E^* = \frac{E}{\dfrac{\left(1 - 0{,}755\left(1 + 0{,}5\frac{h}{a}\right)^{-3}\right)}{\left(1 - \left(1{,}1 + 0{,}55\frac{h}{a}\right)^{-3}\right)^2} + \dfrac{\eta\pi(3 + 2\nu + 5\nu^2 + 2\nu^3)}{615\left(1 + 0{,}5\frac{h}{a}\right)^3 \left(\frac{h}{a}\right)^3}\left(1 + 7{,}54\left(\frac{h}{a}\right)^2\right)^2} . \quad (2)$$

Зная кажущуюся плотность пористого материала ρ, плотность материала-основы (стекла) ρ_0 и принимая все поры в материале одинаковыми, можно выразить h/a через плотности. Тогда выражение (2) примет вид

$$E^* = \frac{E}{\dfrac{\rho_0(0{,}0026\rho_0 + \rho)}{\rho^2} + 0{,}0016\dfrac{\eta\pi(\rho_0 - \rho)(1 + \nu)(2\nu^2 + \nu + 5)}{\rho_0\left(\sqrt[3]{\frac{\rho_0}{\rho_0 - \rho}} - 1\right)^3}\left(1 + 10\left(\sqrt[3]{\frac{\rho_0}{\rho_0 - \rho}} - 1\right)^2\right)^2} \quad (3)$$

Было проведено сравнение результатов расчетов с уже существующими методиками расчета модуля упругости композиционного материала по Фохту, формулой Ванина для пористого материала [2] и с экспериментальными данными. Для пеностекла наиболее приемлемым оказалось выражение (3): модуль упругости выше экспериментального на 1,75 % (рис.1, б, линия 3 и 4).

В качестве материала плавучести часто используется пенополистирол и пеноэпоксид. Согласно проведенному аналогично сравнению для этих пеноматериалов оказалось, что полученная формула дает заниженные результаты по сравнению с экспериментом, тогда как модуль упругости Фохта и Ванина показывает завышенный результат.

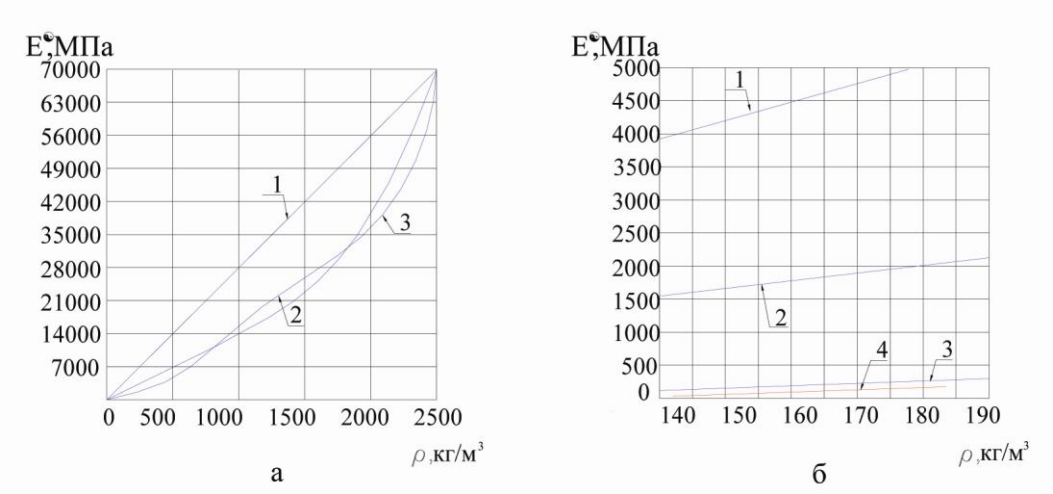


Рис. 1 Сравнение значения модуля упругости, полученное по разным формулам:
1 – по Фойхту, 2 – по Ванину, 3 – по полученной формуле, 4 – экспериментальная кривая

Выводы:

1. Полученное выражение (3) для определения модуля упругости пеноматериала с учетом открытой пористости занижает его значение из-за учета его открытой пористости.
2. Его значение получается ниже экспериментального в пределах 20 %, что дает ошибку в безопасную сторону в расчетах напряженно-деформированного состояния блока плавучести, работающего в условиях гидростатического сжатия.

Список использованной литературы:

1. **Берлин А.А, Шутов Ф.А.** Химия и технология газонаполненных высокополимеров – М.: Наука, 1980. – 503 с.
2. **Ванин Г.А.** Микромеханика композитов. – Киев:Наукова думка, 1985. – 302 с.
3. Mechanics of Cellular Plastics. /Edited by Hilyard N.K./ - Applied Science Publishers LTD. – London,1982. – 506 p.

УДК 629.584

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН МІЦНОГО КОРПУСУ ПІДВОДНОГО АПАРАТУ В ФОРМІ ТОРУ ВИГОТОВЛЕНОГО ІЗ ПКМ

Присташ С.Ф., Бурдун Є.Т.,
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

В світлі сучасних тенденцій розвитку форм міцних корпусів підводних апаратів, однією із ефективних форм можна вважати тороїдальну оболонку [1].

В роботі міцний корпус підводного апарату розглядається як тонкостінна ортотропна тороїдальна оболонка виготовлена поперечною намоткою в комбінації з повздовжньою намоткою або викладкою із полімерних композиційних матеріалів (ПКМ). При використанні такої схеми армування міцний корпус підводного апарату буде змінної товщини. В такому випадку жорсткості C_{ij}, D_{ij} будуть змінними величинами, функціями координати θ.

Напружено-деформований стан замкненої тороїдальної оболонки під дією рівномірно розподіленого зовнішнього тиску розглядається в малому по вісесиметричній формі.

Методика розрахунку напружено-деформованого стану ортотропної тороїдальної оболонки змінної товщини буде такою ж, як і для тороїдальної оболонки постійної товщини [2] з урахуванням жорсткостей $C_{ij}[\theta]$, $D_{ij}[\theta]$.

Отримані деформації дозволили визначити погонні зусилля та моменти, що виникають в міцному корпусі тороїдальної форми в результаті гідростатичного навантаження. Далі були визначені напруження. Оцінка напруженого стану проводилась за 3 теорією міцності.

Висновки. Проаналізовано вплив поперечної намотки в комбінації з повздовжньою намоткою або викладкою на прогини та міцність тороїдального корпусу підводного апарата, який знаходиться під зовнішнім гідростатичним тиском.

Список використаної літератури.

1. **Zimmerman, S**. Submarine Technology for the 21 st Century [Текст] / S. Zimmerman // Trafford Publishing, 2000. – 230 p.
2. **Бурдун Є.Т.** Напружено-деформований стан міцного корпусу підводного апарату в формі тору [Текст] / Бурдун Є.Т., Присташ С.Ф. // Всеукраїнська конференція з міжнародною участю "Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд": НУК ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, 17-18 травня 2017. С 116 – 118.

УДК 629.5.015.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕРЫВИСТЫХ СВЯЗЕЙ СУДОВОГО КОРПУСА

Грабенко А. А., Коробанов Ю. М.,. Кузнецов А. І.,
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Прерывистыми связями судового корпуса принято называть такие элементы конструкций, поперечное сечение, его форма резко изменяются, или изменяется материал изготовления. Такие связи корпуса судна образуются у палубных надстроек, местных переборок, комингсов грузовых люков, различных фундаментов и подкреплений к ним, а также в местах различного рода вырезов [1].

Проектные размеры связей судовых конструкций принято назначать из условий прочности, жесткости и устойчивости. Если речь идет, о прерывистых конст-рукциях, то степень их участия в общей прочностной картине принято характеризовать таким показателями, как их жесткость, эффективность, концентрация напряжений. В свою очередь, количественными значениями этих показателей являются коэффициенты жесткости, эффективности и концентрации напряжений.

Коэффициент жесткости K_c определяется зависимостью между сдвигающим усилием q_x и соотвествующему этому сдвигу деформациями u_x между прерывной и непрерывной частями конструкции.

$$K_c = q_{x/} u_{x,} \qquad (1)$$

где x – координата прерывной части конструкции.

Коэффициент эффективности характеризует степень участия прерывной части в напряженно деформативном состоянии всей конструкции. Его величина зависит от протяженности прерывной части конструкции. При неограниченной длине прерывной части коэффициент эффективности прерывной части может быть определен выражением

$$K_x = 1 - e^{-ax}. \qquad (2)$$

При ограниченной длине прерывной части этот же коэффициент определяется формулой

$$K_x = 1 - \frac{cha(l-x)}{chal}. \qquad (3)$$

Наибольшего значения коэффициент эффективности, характеризующий степень участия отдельных сечений прерывной части при ограниченной ее длине достигает согласно выражению

$$K_{xmax} = 1 - \frac{1}{chal}. \qquad (4)$$

где: *l* – длина прерывной части конструкции, a — определяется выражением

$$a = \sqrt{\frac{k}{E}\frac{F+f}{Ff}},$$

в которое входят F и f площади сечений непрерывной и прерывной части конструкции, E – модуль нормальной упругости, k - коэффициент жесткости.

Коэффициент концентрации напряжений, вызванный наличием в конструкции прерывной части определяется так

$$\propto = \frac{\sigma_x + \sigma_x^!}{\sigma_x}, \qquad (5)$$

где σ_x — нормальные напряжения в удаленных сечениях непрерывной части конструкции, $\sigma_x^!$ - нормальные напряжения, обусловленные действием касательных напряжений на границе прерывной и непрерывной частей конструкции.

Если прерывистая часть образована вырезом и *d* - половина расстояния между кромками выреза, а *h* – высота (глубина) выреза, то в [1] предложено приближенное выражений для определения коэффициента концентрации напряжений

$$\propto = 1 + \left[1 + \left(\frac{r}{d}\right)^2\right]\sqrt{\frac{h}{r}}, \qquad (6)$$

где *r* - радиус сопряжения прерывной части конструкции с непрерывной.

Если прерывная часть конструкции выглядит как дополнение к непрерывной и также сопряжена с ней по радиусу *r* , то приближенным выражением предлагается учитывать влияние длины прерывной части посредством поправочного коэффициента μ. Выражение для коэффициента концентрации напряжений представлено в виде [1]

$$\propto = 1 + \sqrt{\frac{h}{r}\mu}, \qquad (7)$$

Перечисленные коэффициенты жесткости, эффективности и концентрации напряжений, отображенные зависимостями (1 – 3 и 5) позволяют вести качественное конструирование конструкций судового назначения уже на начальных стадиях их создания. Однако для определения перемещений u_x, входящих в (1) необходимо воспользоваться зависимостью

$$u_x = \int_0^{\beta\cdot\frac{h}{2}} \frac{\tau_{xy}}{G}\cdot dy \qquad (8)$$

где: τ_{xy} - касательные напряжения, в поперечном сечении прерывной части, определяемые из условия равновесия при плоском напряженном состоянии, *G* – модуль сдвига. $\beta\cdot\frac{h}{2}$ - отстояние точки среднего перемещения от линии примыкания к непрерывной части конструкции, β - параметр.

Параметр β, входящий в (8) назначается таким, чтобы продольное усилие, воспринимаемое прерывной частью и определяемое по приближенной теории, было равно по величине этому усилию, определенному с помощью точного решения плоской задачи теории упругости. Однако сложность определения указанного параметра β состоит в том, что не ко всем прерывистым конструкциям судового назначения получено точное решение плоской задачи теории упругости. Этим объясняется появление приближенных формул (6,7), а также конструктивные решения применительно к простейшим конструкциям, использующих прерывистые связи [2 - 4].

Стремление конструкторской мысли к внедрению в системы автоматизи-рованного проектирования конструкций судового назначения вынуждает к поиску иных подходов по определению коэффициентов жесткости, эффективности и концентрации напряжений. В одном из путей авторы усматривают использование сертифицированных программ, основанных на методах конечных элементов. Задача таких программ – определять напряжения и перемещения на границе стыковки прерывной и непрерывной частей судовой конструкции. Для современных программных комплексов это посильно при любой сложности судовых конструкций.

Алгоритм расчета коэффициента жесткости, например, прерывистой конструкции, практически любой сложности можно представить в следующем виде.

1.Разбить линию стыковки прерывной и непрерывной части пластины на равномерные участки с интервалом *Δx*;

2.По действующим касательным напряжениям τ_{ij} и τ_{jk} определить интенсивность действующей нагрузки q_{ij}. Где *i* , *j* и *k* границы отдельных участков.

$$q_{ij} = (\tau_{ij} + \tau_{jk})\Delta x/2;$$

3. На каждом участке определить деформации u_{qij}

$$u_{qij} = t_i \tau_{ij} /2G;$$

где t_i - толщина основания прерывистой части, G – модуль упругости второго рода, равный $G=\frac{E}{2(1+\mu)}$; для стали $G=7,69*10^4$ МПа.

4.Определение коэффициента жесткости $k_ж$ на каждом интервале согласно (1)

$$k_ж = q_{ijcp}/ u_{qij};$$

где q_{ijcp} - осредненная интенсивность нагрузки на интервале.

Выводы. На основании общих предпосылок по определению коэффициентов жесткости, эффективности и концентрации напряжений, крайне необходимых при конструировании судовых конструкций, содержащих прерывистые связи, был разработан алгоритм их определения. Поскольку аналитическое определение напряжений и деформаций на границе стыковки прерывной и непрерывной частей конструкций весьма затруднительно было предложено для этих целей использовать численные методы. Ими могут быть или методы конечных, или граничных элементов.

По определенным напряжениям и деформациям на интервале стыковки прерывной и непрерывной части конструкции реализуется предложенный авторами алгоритм определения коэффициентов жесткости, эффективности и концентрации напряжений. В качестве примера в работе приводится алгоритм определения коэффициента жесткости.

Предложенный алгоритм может быть использован в диалоговом режиме при конструировании корпусных конструкций, содержащих прерывистые связи.

Список использованой литературы

1. **Шиманский Ю.А.** Проектирование прерывистых связей судового корпуса. [Текст] / Ю.А. Шиманский. - Л., Судпромгиз, 1949 г. – 316 с.
2. **Короткин Я.И**., Прочность корабля. [Текст] / Я.И. Короткин, Д.М. Ростовцев, Н.Л. Сиверс. – Л.: Судостроение, 1974. – 432 с.
3. **Бойцов Г.В.** Практическая методика определения коэффиуиентов концентрации напряжений в прерывистых связях. [Текст] / «Судостроение», 1967, № 10, стр. 6 – 11.
4. **Сиверс Н.Л**. Расчет и конструирование судовых надстроек. [Текст] / Н.Л. Сиверс. – Л.: Судостроение, 1966. – 298 с.

УДК 629.5.048.4

АСПИРАЦОННЫЕ УСТАНОВКИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ЗЕРНА

Коробанов Ю.Н., Петухов В.С., Грабенко А.В.
Национальный университет кораблестроения имени адм Макарова

Высокопроизводительная загрузка судов зерном, и другими видами зерно бобовых ставит свои специфические проблемы. Наиболее актуальными из них являются борьба с образующейся пылью и разрушение зернового груза. На рис.1 показано пылеобразование на различных этапах грузовых операций.

Рисунок 1 *– Пылеобразование на различных этапах грузообработки.*

Украина занимает устойчивые позиции в поставках зерновых грузов на международный рынок, поэтому освоение и анализ методов ведения грузовых операций с зерновыми грузами является актуальной и своевременной.

Транспортные суда для транспортировки сыпучих грузов бывают подразделяются на специализированные - балкеры и не специализированные, в основном, сухогрузные двухпалубные суда [1]. Независимо от типа судна грузообработка зерна всегда сопровождается пылевыделением. Чем крупнее суда, тем они требуют повышенной производительности разгрузочных и погрузочных установок и это сопровождается большим пылевыделением.

Когда определенный объем зерна падает в трюм и происходит удар потока о ранее загруженное в трюм зерно, вытесняется эквивалентный объем запыленного воздуха, который попадает в окружающую среду (рис. 2).

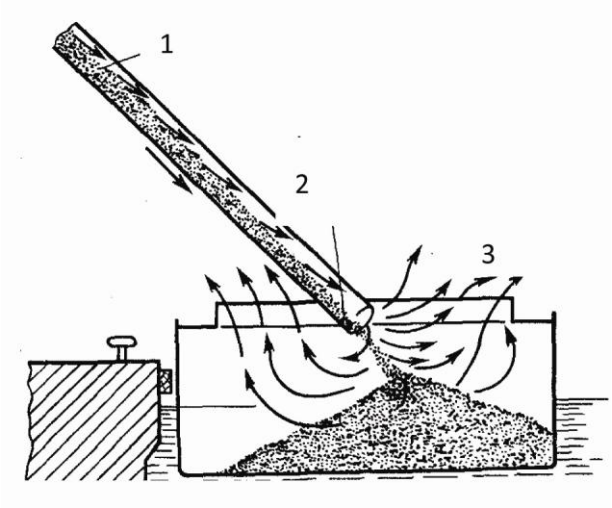


Рисунок 2 – Схема образования пыли в процессе погрузки зерна.
1 - пыль увлекаемая зерном; 2 – загружаемое зерно; 3 – пыль, образующаяся при ударе.

Пыль состоит из мелких твердых частиц, возникающих при разрушении и истирании более крупных частиц в процессе транспортировки и переработки. Важным фактором является тип зерна; в процессе обычной транспортировки и переработки некоторых зерновых просто выделяется больше пыли, чем у других, даже при одинаковых условиях транспортировки. Кукуруза считается наиболее пыльным зерном и представляет наибольшую проблему. В сравнении с кукурузой количество пыли, выделяемое пшеницей, незначительно. Различные партии зерна содержат различное количество пыли в зависимости от условий уборки и сушки. Основная зерновая пыль представляет собой смесь тонких и более крупных частиц. Размер частиц пыли, находящейся во взвешенном состоянии, **менее 63 мкм. Более крупные частицы обычно не остаются во взвешенном состоянии без некоторого внешнего воздействия.**

При вертикальном или горизонтальном транспортировании и перегрузке зерна большие количества пыли выделяются транспортным оборудованием. Пылевые облака опасны, с точки зрения взрыва или пожара и если с ними не бороться, то последствия могут быть катастрофическими. Пыль — отличный источник пожаров и взрывов.

Взрывоопасность пыли обычно возрастает с уменьшением размера ее частиц. Пыль с размерами частиц 40 мкм и меньше наиболее опасна, и ее предпочтительно не возвращать в зерновой поток, а выгружать из пылевых отделителей и хранить в бункере, расположенном на расстоянии от зернохранилища. Влажность также важна и влияет на взрывоопасность пыли. Более сухие частицы легко возгораются.

Для уменьшения выноса пыли могут быть приняты следующие практические решения проблемы: - увеличить площадь поперечного сечения потока зерна путем использования устройств для регулирования скорости его подачи; - уменьшить свободное падение зерна за счет более низкого расположения самотека; - использовать гибкий фартук для защиты от ветра. При этом следует иметь в виду, что эффективность фартука повышается, если увлекаемый поток воздуха не выходит из-под него; - поддерживать горизонтальный уровень зерна в трюме за счет смещения самотека; - закрыть грузовой люк трюма по возможности как можно больше для предотвращения выноса пыли; - использовать средства очистки от зерновой пыли, аспираторы.

В практике зерновых перевозок для этих целей используются аспирационные установки. Аспирационные установки представляют собой комплекс специализированного оборудования, объединенного в общефункциональ-ную систему. Целями такой системы являются: - создание разряжения внутри технологического и транспортного оборудования; способного предотвратить выделение пыли в производственные помещения; - очистка зерновых грузов и их сортировку воздушными потоками; - удаление избыточного тепла и влаги из зерновых грузов и помещений; для их хранения; - создание необходимых санитарно – гигиенических условий для работы обслуживающего персонала; - предупреждение возникновения пожаров и взрывов пылевоздушных смесей.

Каждая отрасль аспирационных систем имеет свои особенности проектирования. Особенности проектирования имеют аспирационные установки, связанных с грузообработкой зерновых грузов на речных и морских транспортных путях.

Пример установки аспирационных воздухозаборников показан на рис. 3. Как видно из рисунка забор воздуха производится на узле стыковки ленточного транспортера и нории.

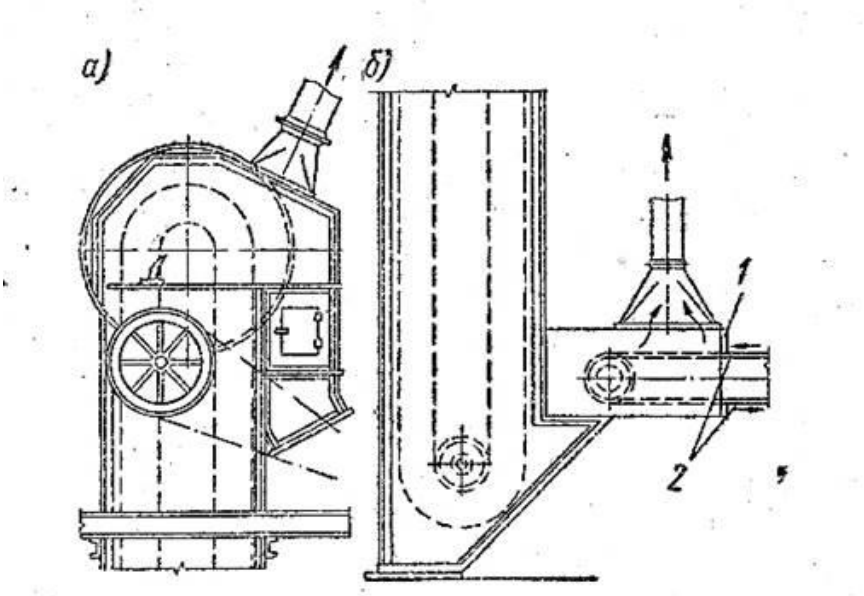


Рисунок 3. Схема аспирации нории (элеватора), *а* - головка нории; *б* - башмак нории; 1 - уплотнительная резиновая диафрагма; 2 - лента транспортера.

Примерная схема аспирационной системы приведена на рис. 4. Аспирационная система отнесена к устройству перегрузки зерна из железнодорожного вагона в трюм грузового судна.

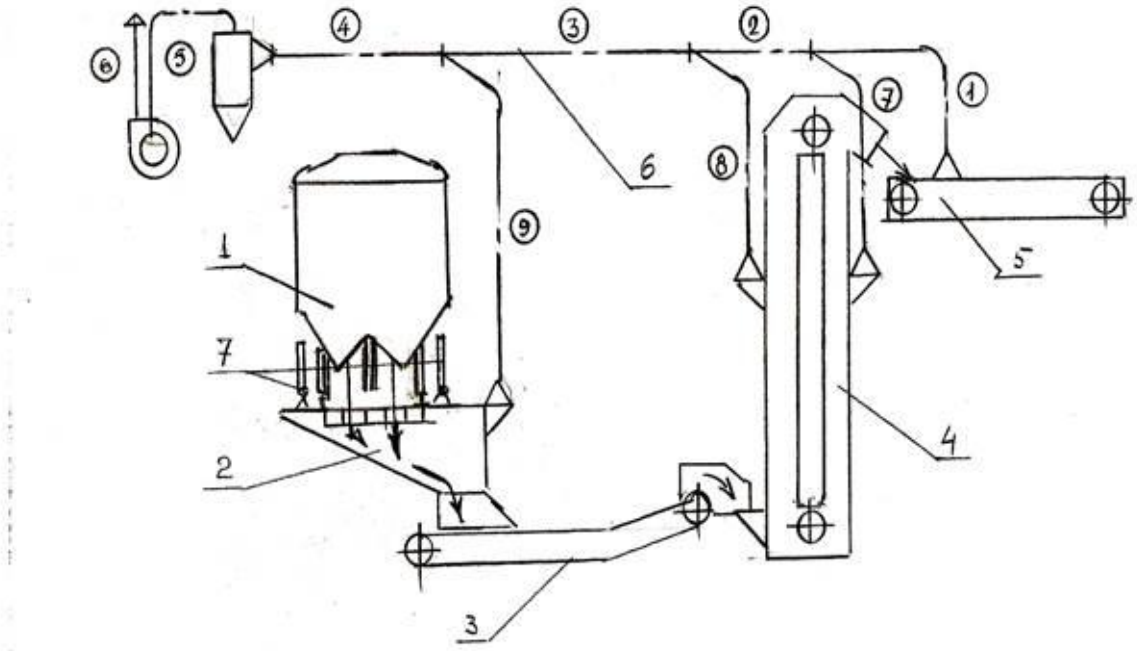


Рисунок 4. Схема подключения к аспирационной системе оборудования участка разгрузки железнодорожного вагона: 1- железнодорожный вагон; 2 - бункер; 3 – конвейер; 4 – нория; 5 - цепной конвейер; 6 - аспирационная сеть; 7- уплотнительные щиты.

Выводы. В результате анализа основных этапов грузообработки зерновых грузов установлено, что на всех этапах этот процесс сопровождает-ся пылевыделением. Рассмотрены некоторые способы уменьшения образования пыли с учетом ее вредного воздействия на людей и окружающуюся среду. Дана оценка потенциальной взрывоопасности воздушно пылевой смеси.

Среди источников пылеобразования рассмотрен вариант погрузки зерна в трюм грузового судна. Как одно из действующих средств, способного удалять пыль рассмотрены аспирационные системы очистки воздуха. Проанализирована схема и состав аспирационной установки на примере перегрузки зерна в грузовое помещение судна. Намечена общая направленность работ по расчету аспирационных систем морских зерновых перегружателей, которая нашла свое отображение в работе [4].

Список использованной литературы

1. **Магула В.Э.** Оборудование морских судов для безопасной перевозки зерна. [Текст] / В.Э. Магула, А.Д. Москаленко М. - «Транспорт» - 1981. - 166с.
2. **Боуманс Г**. Эффективная обработка и хранение зерна [Текст] / - М. В.О. «Агропромиздат», - 1991. - 608с.
3. **Коробанов Ю.Н.** Конструктивные системы загрузки судов зерном. [Текст] / Ю.Н. Коробанов, В.С. Петухов А.А. Коробанова // Матеріали Всеукраїнської науково – технічної конференції з міжнародною участю. Сучасні технології проектування, побудови, експлуатаціїі ремонту суден, мрських технічних засобів і інженерних споруд. Миколаїв. НУК, - 2017, стр 134 - 137.
4. **Коробанов Ю.Н.** Концепция расчета фильтрующих элементов морских зерновых перегружателей. / Коробанов Ю.Н., Петухов В.С., Коробанова А.А. Матеріали VII Міжнародної науково технічної конференці. Іновації в суднобудуванні та океанотех-ніці. Миколаїв, НУК, 2016, стр 96.

УДК 539.4.013

ВІДМІННОСТІ МІЖ ТЕОРЕТИЧНО ЗМОДЕЛЬОВАНОЮ ТА РЕАЛЬНОЮ РОБОТОЮ ДЕЯКИХ ТОНКОСТІННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Соков В.М., асистент кафедри К та МС,
НУК ім. адм. Макарова

Об’єктом дослідження є типовий тонкостінний судновий вузол, про який вже йшла мова в [1], [2]. Там же в [1] була викладена проблематика і напрями дослідження цього типу вузла з метою подальшого оптимального проектування. Коротко нагадуючи, про що йшлося в [1] потрібно сказати, що ведеться пошук надійних інтегральних показників для тонкостінних конструкцій, таких як наприклад редукційний коефіцієнт приєднаного пояску, які б однозначно визначали напружено-деформований стан вузла при певному навантаженні як в пружній, так і в пружно-пластичній області. Було припущено застосування такого параметру як пружна енергія всього вузла (або частини вузла) віднесена до об’єму цього вузла (або частини вузла). Цей параметр є досить універсальним, навіть для вузлів, які не пов’язані з проблемою роботи вільних поясків, але тільки для пружної області.

Ідея начебто проста і зрозуміла. Для апробації вищеозначеного припущення була взята пластина з квадратним вирізом (параметри вирізу неважливі) при осьовому розтягуванні постійним розподіленим навантаженням вздовж кромок (задача аналогічна задачі Кірша, тільки з квадратним вирізом). Декількома чисельними методами була порахована пружна накопичена енергія цієї пластини в залежності від навантаження. Експериментально також була визначена накопичена пружна енергія в залежності від навантаження для цієї ж пластини. В результаті були отримані два графіки залежності накопиченої пружної енергії від величини навантаження, для даної пластини з вирізом. Один графік від/для теоретичного розрахунку, інший графік отриманий в результаті експерименту. Було помічено, що до деякого значення величини навантаження ці графіки зливаються, проте зі збільшенням величини прикладеного навантаження, ці графіки почали розходитися. В теорії ці графіки повинні зливатися (майже зливатися, враховуючи обов’язкові відхилення пов’язані з фізичним експериментом). Розходження графіків пояснюється тим, що в дійсності реальна пластина почала деформуватися не так як передбачає теорія. Деякі ділянки пластини почали депланувати, тобто втрачати стійкість. Тобто поле пластини складає собою сукупність областей/ділянок, одні з яких знаходяться в плоскому напруженому стані, а інші втрачають стійкість. Як виділяти ці поля, це ще потрібно визначити, тому що теорія цього не передбачає, незважаючи на те що це проста статична задача плоского напруженого стану. Як бачимо задача не пов’язана зі стійкістю взагалі, а проблема стійкості виникає. Приклад дослідження однієї пластини – це досить мало, щоб робити певні висновки. Але виникає припущення, що аналогічним чином ведуть себе інші види та типи тонкостінних конструкції. Тобто при деякому навантаженні (яке необов’язково є стискальним, що розуміє вирішення задачу стійкості) в тонкостінній конструкції з’являються або можуть з’являтися зони/ області втрати стійкості, так звані місцеві зони втрати стійкості. Наразі такі зони можна визначити експериментально, візуальним спостереженням. Теорії, яка передбачує наявність цих зон, поки не існує. Виникає підозра, що тут треба вирішувати спряжену задачу, пов’язану з напруженим станом і втратою стійкості. Тонкостінні конструкції можуть бути плоскі, об’ємні та оболонкового типу. Потрібно дослідити достатню кількість таких тонкостінних вузлів різних типів, щоб висувати подальші припущення.

Висновок. В процесі пошуку однозначних інтегральних параметрів було виявлено, що в дійсності реальні тонкостінні конструкції при певних навантаженнях поводять себе зовсім по іншому, ніж це передбачено теорією. Ця відмінність роботи пов’язана з тим, що деякі зони/ області конструкції втрачають стійкість, тобто виникають місцеві зони втрати стійкості, навіть якщо навантаження таке, що зовсім не

передбачає вирішення задачі стійкості. Вищеозначене явище місцевої втрати стійкості вносить свої корективи у визначення НДС, запасеної енергії та інших параметрів конструкції і повинно бути спершу більш детально досліджене, перш ніж проводити оптимальні дослідження стосовно цих тонкостінних конструкцій.

Список використаної літератури

1. **Соков В.М.** Деякі питання роботи вільного пояску типового суднового вузла / В.М. Соков // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали VII-ої міжнародної науково-технічної конференції (Миколаїв, 12-14 жовтня 2016 р.). – Миколаїв : НУК, 2016. – С. 106 – 107.
2. **Соков В.М.** Фізика роботи типового суднового вузла / В.М. Соков // Матеріали II Всеукраїнська наукова конференція «Україна на шляху в Європу: Вища освіта та євроінтеграція». – Миколаїв: НУК, 2014. – С. 18-20.

УДК 629.576

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РОЗКРОЮ ОБОЛОНКИ ГНУЧКОЇ ОГОРОЖІ НА СУДНА НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ НА ЇЇ ДЕФОРМАЦІЮ

Ткаченко Ю.М.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Форма м'якої циліндричної оболонки забезпечується завдяки різниці тисків, зовнішнього навантаження та параметрів розкрою[1].

Метою дослідження є визначення залежності зміни форми та натягу в оболонці від конструктивних особливостей та зовнішнього навантаження м'якої циліндричної оболонки. В якості розрахункової моделі розглядається гнучка огорожа судна на повітряній подушці.

Для спрощення розрахунків зробимо припущення відносно властивостей матеріалу огорожі, принципу її роботи, розподілу тиску по поверхні її:

1. Матеріал гнучкої огорожі приймається абсолютно гнучким, невагомим і нерозтяжним.
2. Наявністю місцевих підкріплень оболонки та навісними елементами нехтуємо.
3. Величиною поздовжніх напружень нехтуємо, як це практикується в розрахунках жорстких циліндрів, завантажених внутрішнім тиском.
4. Надлишковий нормальний тиск повітря що діє в середині оболонки та з боку повітряної подушки приймається постійним та рівномірно розподіленим.
5. Наявність повітретокового вирізу в нижній частині ресивера над навісними елементами враховуємо коефіцієнтом навантаження $0<æ<1$ та довжиною поперечного комінгса навісного елемента l_0.

Задача визначення параметрів форми та напруженого стану оболонки гнучкого ресивера за такими припущеннями приводиться до рішення трансцендентного рівняння відносно кута θ. Розрахункова схема оболонки одноярусного ресивера та літерні позначення показані на рис. 1.

Для узагальнення результатів розрахунку та зменшення числа характеристик впливу на жорсткість форми, перейдемо до безвимірних параметрів. При переході до безвимірних параметрів всі лінійні характеристики розділимо на периметр перерізу оболонки L, силові на тиск в повітряній подушці $P_п$. Перехід до безвимірних параметрів здійснюємо за формулами аналогічно [2]

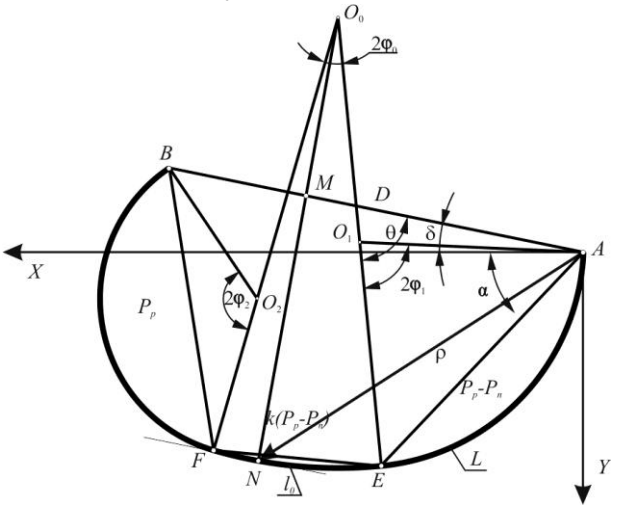


Рис.1. Розрахункова схема оболонки.

Опускаючи очевидні й нескладні перетворення , отримаємо такі аналітичні залежності в безвимірному вигляді:

$$\theta = arctg\left(\frac{a_2 \cdot \cos(2\cdot\phi_0 + \phi_2) + a_0 \cdot \cos\phi_0 + a_1 \cdot \cos\phi_1}{a_2 \cdot \sin(2\cdot\phi_0 + \phi_2) + a_0 \cdot \sin\phi_0 - a_1 \cdot \sin\phi_1}\right)$$

$$r_0 = \frac{l_0}{2\cdot\phi_0},\ r_1 = \kappa\cdot r_0,\ r_2 = \frac{\kappa\cdot r_0}{1+\varepsilon}$$

$$\phi_i = \frac{l_i}{2\cdot r_i},\ a_i = 2\cdot r_i\cdot\sin\phi_i \quad ,(i=0,1,2),\ c = \frac{l_1}{l_2},\ l_1 = \frac{c\cdot(1-l_0)}{1+c},\ \varepsilon = \frac{P_p - P_n}{P_n}, \text{ де}$$

$P_{n.}$ – надлишковий тиск в повітряній подушці

$P_{p.}$ – надлишковий тиск в оболонці

ε – відносний коефіцієнт перепаду тиску в оболонці та повітряній подушці

к - коефіцієнт навантаження на середню дільницю оболонки , що враховує наявність повітретокового отвору.

Результати розрахунку подано у вигляді графіків на рисунку 2 при наступних значеннях: к=0,3; l_0=0,2÷0,3; c=1; ε=0,3; d=0,5;

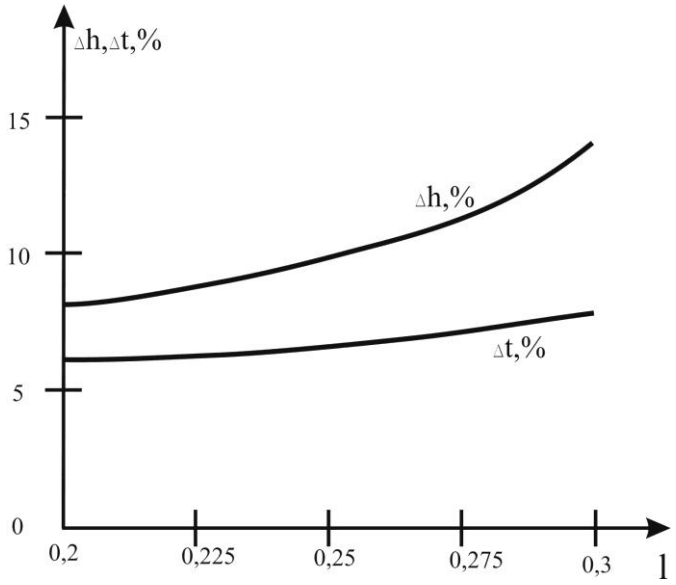


Рис.2. Графіки залежності відносної зміни висоти гнучкої огорожі і жорсткості форми від відносного коефіцієнту перепаду тиску

Для визначення параметрів деформації середню частину оболонки гнучкої навантажується додатковим надлишковим тиском. Потім порівнюються величини до навантаження і після, абсолютні значення висоти і натягу в оболонці між собою не порівнюються.

Висновки. Із збільшенням відносної довжини середньої ділянки збільшується відносна деформація з 8% до 14,6%, оскільки збільшується абсолютне значення сили, що викликає деформацію. Відносний натяг в оболонці практично не змінюється і знаходиться в межах від 6,3% до 7,8% на розглянутих проміжках, що свідчить про незначний вплив відносної величини середньої ділянки на зміну натягу в оболонці.

Список використаної літератури.

1. **Тростель, Отто Ф.** . Пневматические строительные конструкции [Текст] / Отто Ф., Тростель. – М. Стройиздат, 1967, 320с

2. **Ткаченко, Ю. М.** Обчислення жорсткості форми м'якої циліндричної оболонки. [Текст] / Ю. М. Ткаченко, Б. М. Мартинець // Комп'ютерні науки та інженерія. – Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2011 – с.208-209

Секція. 3.
Новітні технології і матеріали в судновому машинобудуванні

УДК 621.793.7

ФОРМУВАННЯ НАНОРОЗМІРНОЇ ПОЛІГОНІЗАЦІЙНОЇ СУБСТРУКТУРИ У МЕТАЛАХ І СПЛАВАХ ТА НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТЯХ: СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Дубовий О.М., Карпеченко А. А., Бобров М. М., Макруха Т.О., Неделько Ю.Є.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,м. Миколаїв

Сучасне високотехнологічне виробництво потребує нових матеріалів з високими міцністю і пластичністю. Приріст міцнісних властивостей в останні роки забезпечується за рахунок цілеспрямованого формування здрібненої мікро- і нанокристалічної структури (субструктури). Подрібнення мікроструктури до нанокристалічного (НК) стану здійснюють переважно найпоширенішими методами інтенсивної пластичної деформації (ІПД). Результати досліджень властивостей міцності та пластичності металів і сплавів після ІПД свідчать про можливості їх збільшення і регулювання при переході в НК стан [1, 2].

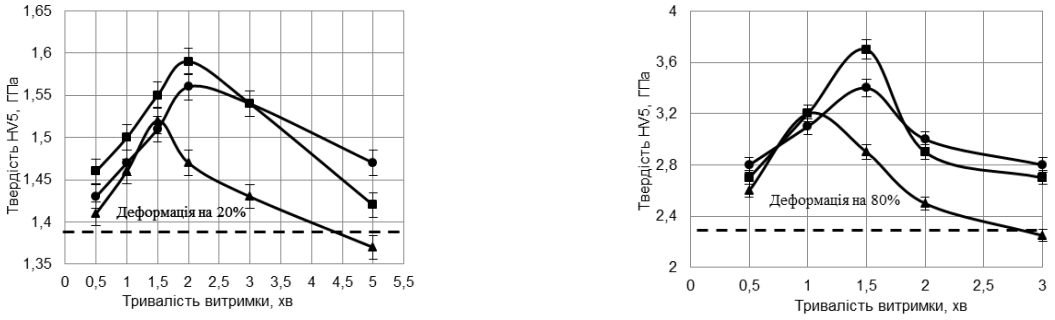
Об'ємне наноструктурування методами ІПД застосовується у техніці для отримання виробів невеликого розміру (авіаційні кріплення, медичні імпланти, деталі приладів тощо). Розроблені і використовуються способи механотермічної і термомеханічної обробки, що дозволяють підвищити якість прокатних і кованих виробів шляхом формування переважно полігонізаційної субструктури [3].

В останні роки значного поширення набули процеси напилення багатофункціональних покриттів. Існує декілька способів підвищення функціональних властивостей напилених покриттів шляхом формування наноструктурних елементів: напилення нанокристалічних і композиційних порошків з нанокристалічною фазою, формування наноструктурних зміцнюючих елементів при розпаді аморфної фази, створення нанокристалічного стану в поверхневому шарі ультразвуковою і комбінованими обробками. Але ці способи мають суттєві недоліки, які пов'язані зі спеціальною трудомісткою підготовкою порошків, потребують модернізації обладнання чи створення нових пристроїв.

Розроблено способи деформаційно-термічної обробки металів і сплавів [4], які забезпечують підвищення твердості деформованих обтискуванням (> 70%) металів (Ni, Fe) і сплавів (бронзи, сталі) на 25…40 %; напилених покриттів на 30…70 % та зниження теплопровідності на 30 %. Зміст способів полягає у формуванні полігональної субструктури шляхом нагрівання металів та сплавів до температури початку первинної рекристалізації з короткочасною (до 10 хвилин) витримкою та наступного охолодження до температури навколишнього середовища зі швидкістю, яка унеможливлює ріст субзерен. При цьому зафіксовано зменшення областей когерентного розсіювання рентгенівських променів (ОКР), наприклад, у Fe до 78 нм (після деформації обтискуванням та термообробки, яку назвали передрекристалізаційною).

Таким чином, формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури у металах і сплавах та напилених покриттях має суттєве наукове та практичне значення.

Досліджено вплив ступеня деформації, температури і часу витримки при передрекристалізаційній термічній обробці на твердість технічно чистого заліза (рис. 1).



а *б*

Рисунок 1 - Залежність твердості від часу витримки і температури передрекристалізаційної термічної обробки технічно чистого заліза: *а* – деформація 20%; *б* – деформація 80%;● – 400 °С; ■ – 500 °С; ▲ – 600 °С.

Передрекристалізаційна термічна обробка пластично деформованого технічно чистого заліза викликає підвищення твердості, яке носить екстремальний характер. При цьому максимальне значення твердості, отримане у результаті передрекристалізаційної термічної обробки, завжди вище значення твердості після пластичної деформації. Такі залежності отримані і для інших металів (міді, алюмінію, срібла).

Оскільки залізо є головним компонентом будь-якої сталі, тому надалі дослідження і аналіз результатів проводили саме на його прикладі. Результати досліджень фізико-механічних властивостей технічно чистого заліза наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Значення фізико-механічних властивостей та розміру областей когерентного розсіювання технічно чистого заліза залежно від виду обробки

Вид обробки	Межа міцності $\sigma_в$, МПа	Відносне подовження δ,%	Відносне звуження Ψ,%	Логарифмічний декремент затухаючих коливань $\delta_{ср}$, %	Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м·К)	Питомий електроопір $\rho \times 10^{-7}$, Ом·м	Розмір ОКР D, нм
Відпал 800°С, 60 хв	120	30	60	1,95	84,3	1,27	>200
Деформація 60%	698	10	14	2,8	65	1,52	131
Деформація 60%, передрекристалізаційна т.о. 500 °С, 1,5 хв	921	16	34	4,6	32	1,70	78

Підвищення межі міцності після передрекристалізаційної термічної обробки пластично деформованого технічно чистого заліза одночасно з підвищенням показників пластичності пояснюється тим, що при деформації у структурі металу утворюються дислокаційні сплетіння, так звана комірчаста структура. Нагрівання приводить до того, що границі комірок стають плоскими, тіло їх звільняється від дислокацій і вони перетворюються у дрібні субзерна з малокутовими границями.

Незважаючи на зменшення ефекту підвищення твердості після передрекристалізаційної термічної обробки для сталей, порівняно з технічно чистим залізом, передрекристалізаційна термічна обробка викликає підвищення показників фізико-механічних властивостей вуглецевих та легованих сталей відносно деформованого стану (табл. 2). Відповідно до даних, наведених у табл. 2, у результаті передрекристалізаційної термічної обробки відбувається поліпшення фізико-механічних властивостей пластично деформованих сталей.

Таблиця 2 - Значення фізико-механічних властивостей та розміру областей когерентного розсіювання рентгенівського випромінювання сталей залежно від виду обробки.

Марка сталі	Вид обробки	Межа міцності $\sigma_в$, МПа	Відносне видовження δ,%	Відносне звуження Ψ,%	Логарифмічний декремент затухаючих коливань $\delta_{ср}$, %	Коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м·К)	Питомий електроопір $\rho \times 10^{-7}$, Ом·м	Розмір ОКР D, нм
Сталь20	Відпал 850°С, 60 хв	360	16	57	2,5	51	1,91	>200
	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	>200
	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

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 на 60% металів і сталей, нанорозмірні елементи, кількість яких може досягати 25% і більше від загальної кількості структурних складових.

Відомо, що при напилюванні покриттів відбувається інтенсивна пластична деформація частинок внаслідок їх високої швидкості співудару з підкладкою (в реальних процесах напилювання до 300 м/с). При цьому величина деформації може складати 90 – 95%, а швидкість охолодження деформованої частинки досягає 10^8 °С/с, що запобігає протіканню динамічної рекристалізації у матеріалі покриття. Короткочасна витримка зразків з напиленими покриттями при температурі рекристалізації і наступне прискорене охолодження на повітрі забезпечує підвищення твердості покриттів завдяки фіксуванню передрекристалізаційного стану матеріалу покриття.

Дослідження впливу часу витримки зразків з плазмовими покриттям із нікелю (ПНК-2К10) при температурі початку первинної рекристалізації 480 °С і при 420 °С показало, що твердість HV_5 спочатку підвищується, досягає максимальних значень 3,5 ГПа (ОКР~200нм) і далі знижується. Після напилення твердість зразків складала 2,05 ГПа.

Аналогічна залежність твердості від часу витримки при температурі первинної рекристалізації (880 °С) спостерігається при термічній обробці зразків з плазмовим покриттям із порошку ПХ18Н15. Максимальне значення твердості досягається після витримки 1,5 хвилини і складає 3,63 ГПа (після напилення ~ 2 ГПа).

Твердість електродугового покриття із Св-08Г2С після напилення складала 1,64 ГПа. Після термічної обробки при 500 °С, яка відповідає температурі первинної рекристалізації матеріалу покриття, максимальне значення твердості 2,32 ГПа (ОКР ~ 62нм) зафіксовано після витримки 1,5 хвилини, що на 40 % більше від твердості після напилення.

Передрекристалізаційна термічна обробка напилених покриттів забезпечує здрібнення полігонізаційної субструктури з приростом твердості на 9…38%. Найбільша ефективність цієї термічної обробки проявляється на електродугових покриттях, в яких зафіксовано наномасштабні середні розміри субзерен.

Запропоновано режим передрекристалізаційної термічної обробки ножів із сталі 20Х13 для різання слюдо стрічки (деформація 60%, 600 °С, 2хв), який дозволяє підвищити твердість на 28% та збільшити ресурс роботи різальної кромки в 1,2 рази.

Нетривала витримка гальмує впровадження передрекристалізаційної термічної обробки у виробництво. Встановлено, що підвищення термічної стабільності полігонізаційної субструктури технічно чистих заліза та нікелю можливе за допомогою попередньої динамічної деформації та при наступній передрекристалізаційній термічній обробці відповідно до 20…70 хв і до 20…60 хв, за рахунок зменшення рухомості границь субзерен через утворення потрійних вузлів (перехрещень) дислокацій.

З практичної точки зору основним недоліком передрекристалізаційної термічної обробки є невелика тривалість витримки у декілька хвилин, тому актуальним являється дослідження можливості стабілізації здрібненої полігонізаційної субструктури напиленого покриття при більш тривалій витримці у процесі термічної обробки за рахунок наступної, після напилювання деформації. Взагалі, достатньо високі значення твердості електродугового покриття забезпечується при витримці до 40 хв після поверхневої пластичної деформації, а після пресування навіть більше.

Висновки. 1. Встановлено екстремальний характер зміни твердості статично деформованих на 20…80 % металів, сталей і сплавів та напилених покриттів в залежності від тривалості витримки при температурі рекристалізації. Доведено, що короткочасна витримка при цій температурі (до 10 хв) з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища зі швидкістю не менше 5 °С/с забезпечує високі показники фізико-механічних властивостей. 2. Доведено, що передрекристалізаційна термічна обробка приводить до підвищення фізико-механічних властивостей пластично деформованих металів і сталей завдяки подрібненню полігонізаційної субструктури. 3. Показано, що після передрекристалізаційної термічної обробки у пластично деформованих більш ніж на 60 % металах і сталях у структурі формується нанорозмірні елементи, кількість яких може досягати 25 %. Передрекристалізаційна термічна обробка забезпечує формування нанорозмірних субструктурних елементів у напилених плазмових – з ПР-Х18Н9 та електродугових – з Св-08Г2С покриттях. 4. Показано перспективу подальшого розвитку технології передрекристалізаційної термічної обробки металів і сплавів щодо підвищення стійкості здрібненої полігонізаційної субструктури при збільшенні температури та часу витримки.

Список використаної літератури:

1. **Столяров В.В.** Получение метастабильных ультрамелкозернистых сплавов равноканальным угловым прессованием [Текст] / В.В. Столяров, Р.З. Валиев // Металлы. – 2004. - №2. – С. 5 – 11.

2. **Юркова О.І.** Структурний стан і механічні властивості пластично деформованого заліза [Текст] / О.І. Юркова, А.В. Косянчук, М.Г. Гриценко // Металозавство та обробка металів. – 2011. - №1. – С. 3 – 9.

3. **Баранов Д.А.** Механотермические способы совершенствования многофазных железных сплавов [Текст] / Д.А. Баранов // Донец. нац. техн. ун-т. - Донецк, 2006. - 232 с.

4. **Пат. 95378 Україна, МПК (2011.01) C21D 8/00.** Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів / Дубовий О.М., Янковець Т.А., Лебедєва Н.Ю., Казимиренко Ю.О., Жданов О.О., Бобров М.М.: заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 95378; заявл. 01.03.2010; опубл. 25.07.2011, бюл. № 14.

УДК 669.056.9

СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ, НАПОВНЕНИХ АЛЮМОСИЛІКАТНИМИ МІКРОСФЕРАМИ

Казимиренко Ю. О., Лебедєва Н. Ю., Карпеченко А.А., МакрухаТ.О.,Рудаков П.В,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,м. Миколаїв

Алюмосилікатні порожні мікросфер (АСПМ) є перспективним наповнювачем, який використовується для виготовлення тепло- та звукоізоляційних композиційних матеріалів (КМ) будівельного призначення. Проте поширення виробничих резервів потребує розвитку нових технологічних напрямків, зокрема у технологіях електродугових покриттів [1]. Враховуючи, що основними технологіями КМ є змішування АСПМ з епоксидними та в'яжучими сполучниками, у наукових публікаціях не надається уваги їх структурній неоднорідності, яку необхідно мати на увазі при розробці високотемпературних технологій формування матеріалів і покриттів.

Мета роботи – дослідження процесів структуроутворення металокерамічних електродугових покриттів, наповнених алюмосилікатними мікросферами.

Для досліджень обрано АСПМ марки МПк 200-400 (рис. 1), до хімічного складу яких за ТУ 5717-001-11842486-2006: SiO_2 –74,9%; Al_2O_3 –13,9%; K_2O – 2,8%; Na_2O – 1,9%; Fe_2O_3 – 0,9%; CaO – 1,2%;FeO – 0,6%; TiO_2 – 0,2%.

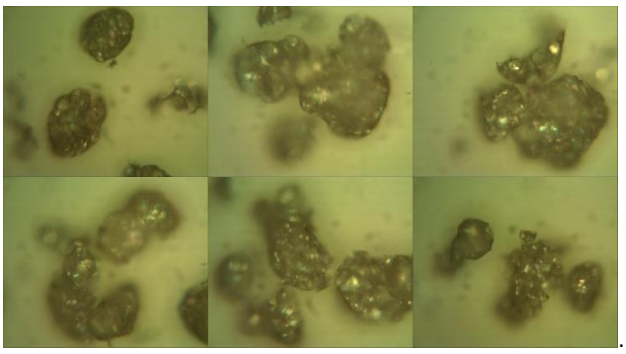


Рис. 1. Оптична мікрофотографія алюмосилікатних порожніх мікросфер марки МПк 200-400, ×250

Алюмосилікатні порожні мікросфери являють собою порожнисті, майже ідеальною сферичною форми, кульки дисперсністю 200…400 мкм. Вихідною сировиною для їх виготовлення є легкі фракції золи тепло електростанцій, де процес спалювання вугілля відбувається в діапазоні температур 1500…1800°С. При таких температурах мінеральні частинки утворюють евтектичні суміші зі склофазою, газові включення у продукту згорання при нагріванні розширюються і роздмухують окремі краплі розплаву. Внаслідок врівноважування тиску газу силами поверхневого натягу утворюються порожнисті кульки [2], таким чином, дослідні мікросфери мають складний хімічний склад. Морфологічні характеристики (дисперсність та форма частинок) досліджено за допомогою оптичного мікроскопа ММР-2Р,статистична обробка цифрових мікрознімків за допомогою методу комп'ютерної металографії показала добру узгодженість розміру (d = 200…400 мкм) частинок з паспортними даними.

Для формування електродугових покриттів обрано суцільнотягнутий дріт марки Св-08 (ГОСТ 2246-70) діаметром 1,2 мм. За матеріал підкладки обрано вуглецеву сталь звичайної якості марки Ст3 (ГОСТ 380–94, ГОСТ 5521-93), яка широко застосовується у суднобудуванні та для виготовлення транспортного обладнання. Покриття нанесене з одного боку на пластини розміром 140×100×3,5 мм, поверхня яких зазнала попередньої струменево-абразивної обробки на установці «Ремдеталь» моделі 026-7. Напилення покриттів проводилось на установці КДМ-2, де завдяки модернізації ковпака розпилювальної головки апарата ЕМ-14М стало можливим додавання неметалевих наповнювачів (зокрема скляних, полімерних, керамічних порошків) до складу металевих електродугових покриттів. Напилення покриттів здійснювалось за наступними

технологічними режимами: сила струму дуги − 110 А; напруга на дузі – 23 В; тиск повітря – 0,5 МПа; діаметр основного сопла – 6 мм; дистанція напилення – 100 мм.

Процес електродугового напилення протікає у режимі безперервної подачі мікросфер у високотемпературну зону електродугового розряду, де вони перемішуються з краплями розплавленого металу і рівномірно розподіляються по об'єму покриття (рис. 2). Рентгеноструктурний аналіз (РСА), виконаний на рентгенівський установці ДРОН-3 у випромінюванні $Mo_{кα}$ = 0,071069 (режими зйомки U =40 кВт, I = 40мА), довів про рентгеноаморфність дослідних мікросфер, проте показав наявність на дифрактограмах ліній α- і β-кристобаліту, α- і β-кварцу, та кристалічних модифікацій Al_2O_3 [2]. Результати мікрорентгеноспектрального аналізу підтвердили наявність у хімічному складі мікросфер спектрів Si, Al, Na, Fe, що відповідає заданому хімічному складу у відповідності з діаграмами стану K_2O-SiO_2, Al_2O_3-SiO_2. Внаслідок короткочасності температурного впливу мікросфери зберігають форму і не зазнають структурних змін, на поверхні поділу сталь−АСПМ не утворюється нових фаз, про що свідчать виділення піків модифікацій заліза.

Після напилення твердість сталевої матриці визначали на приладі типу «Віккерс» при навантаженні на індентор 5 кг (ДСТУ *ISO* 6507-4:2008), яка становить HV_5 = 2398 МПа, а ненаповненого електродугового покриття із суцільнотягнутого дроту Св-08 – 2290МПа, що виключає явище додаткового наклепу, як це спостерігається у роботі [3].

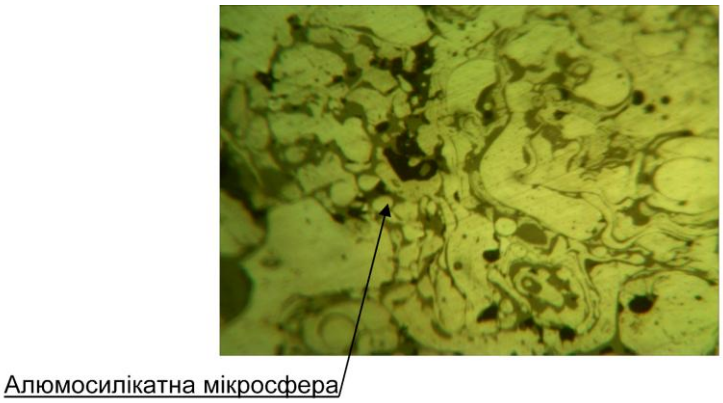


Рис. 2. Мікроструктура електродугового покриття композиції Св-08−АСПМ (13 % обємн.), ×250

До технологічних труднощів слід віднести схильність мікросфер до агломерації та відсутність можливості точного контролювання об'ємного наповнення. Перспективи експериментальних робіт пов'язані з дослідженнями демпфіруючих, теплофізичних та інших вузькоспеціальних властивостей для подальшого впровадження у суднобудівні технології.

Висновки:

1. Експериментально досліджена можливість формування електродугових покриттів композиції Св-08 – АСПМ.

2. При напиленні алюмосилікатні мікросфери перебувають у рентгеноаморфному стані з виділенням поліморфних модифікацій SiO_2.

Література:

1. **Лебедева, Н.Ю.** Исследование возможности получения электродугового покрытия из стали 65Г с алюмосиликатными полыми микросферами [Текст] / Н.Ю. Лебедева, А.А. Карпеченко, Ю.А. Казимиренко, Ю.Г. Трофименко // Інновації у суднобудуванні і океанотехніці: Матеріали VI науково-технічної конференції: тези доповідей. – Миколаїв: 24-27 вересня 2015 р. – С. 145−147.

2. **Дрожжин, В.С.** Процессы образования, ресурсы и основные свойства полых микросфер в золах уноса тепловых электростанций:// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Саров, 2007 – 187 с.

3. **Дубовой, А. Н.** Электродуговое нанесение композиционных покрытий с повышенными физико-механическими свойствами [Текст] / А. Н. Дубовой, А. А. Карпеченко // Збірник наук.праць НУК. – 2012. − № 3-4. – С. 20−25 .

UDC 621.793.7

POSSIBILITY OF THERMAL STABILIZATION OF A STABLE CRUSHED POLIGONIZATION SUBSTRUCTURE OF SPRAYED COATINGS BY SURFACE PLASTIC DEFORMATION

Dubovyi O.M., Karpechenko A.A., Bobrov M.M., Nedel'ko Yu. Ye.
National University of Shipbuilding named by admiral Makarov, Mykolaiv

Current trends in the development of thermal spray technology are primarily in improving the physical, mechanical and operational properties of coatings by nanostructuring. Methods of forming nanostructures such as: spraying of ultradispersed and obtained by mechanical alloying and mechanical synthesis of powders; due to the transformation of the amorphous phase in nanocrystalline require special preparation of the sprayed materials and are quite complex and laborious and, as a consequence, expensive.

An alternative way is to apply prerecrystallization heat treatment (PHT) of sprayed coatings to improve their physical, mechanical and operational properties by obtaining a crushed and nanosized polygonization substructure [1, 2]. From a practical point of view, the main disadvantage of PHT is a short holding time of a few minutes, so it is important to study the possibility of stabilizing the crushed polygonization substructure of the sprayed coatings with a longer holding time during heat treatment due to subsequent surface plastic deformation (SPD).

The **purpose** of the work: the study of the possibility of thermal stabilization of the crushed polygonization substructure of sprayed coatings by SPD.

For researches electrodes from wire 12Х18Н10Т and plasmas coatings from powder of the brand ПРХ18Н9 were chosen. Coatings were obtained at optimum spray modes, which ensure their maximum hardness. Microhardness was measured on the depth of the cold-worked layer from the surface of the sample when loaded on the indenter of 50g using a micro-meter PMT-3. SPD of coatings were shot blasted for 1 min at the installation 026-7 "Remdetail". As a working body, the cast iron number 08 was used. The results of the determination of microhardness are shown in Fig. 1.

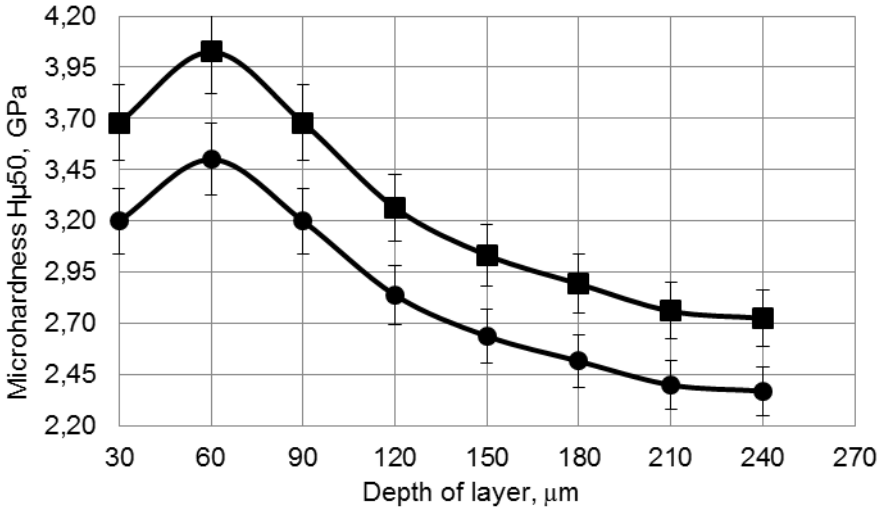


Figure 1 – Dependence of microhardness of sprayed coatings on the depth of the cold-worked layer from the surface: ■ – electric arc coating from 12Х18Н10Т: ● – plasma coatings from ПРХ18Н9

According to the data, the maximum microhardness of the coatings is observed not on their surface, but at a depth of approximately 60 microns. This is explained by the fact that in the place of the impact of the fraction there is local heating, which leads to a reduction in the slander of thin layers and the displacement of the zone of maximum value of microhardness to the subsurface layer. So the microhardness of the electric arc coating from the wire 12Х18Н10Т at the point of maximum strengthening increases from 2.7GPa to 4GPa (+48%); plasma coatings from ПРХ18Н9 - from 2.3GPa to 3.5GPa (+52%). The depth of the cold-worked layer is 200 μm, after which the microhardness acquires the values corresponding to the rough coating material. After the SPD of the coatings, they were heat treated at a temperature of 880 °C. The results of the determination of microhardness at a depth of 60 μm, depending on the holding time of heat treatment, are presented in Fig. 2.

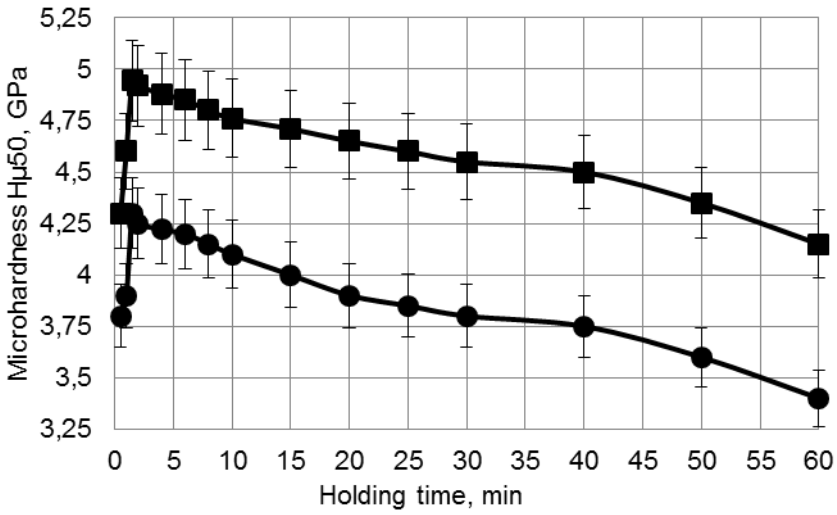


Figure 2 – Dependence of microhardness on depth 60 μm on holding time of heat treatment: ■ – electric arc coating from 12Х18Н10Т: ● – plasma coatings from ПРХ18Н9

According to the data, the microhardness of the electric arc coating from the wire 12Х18Н10Т is maximally raised at holding time of 1.5 minutes from 4 GPa to 5 GPa (+20%);. plasma coatings from ПРХ18Н9 at holding time of 1.5min from 3.5GPa to 4.3GPa (+23%). With increasing holding time of coatings, for example, up to 30...40 minutes there is no significant reduction in the microhardness of coatings on average by 5...8% in comparison with full return to the initial hardness in the absence of additional deformation in the works [2, 3].

Conclusion. Thus, shot blasted provides stabilization of the polygonization substructure during heat treatment to holding time of 30...40 minutes. In this range there is no significant reduction in the hardness of the coating material compared to the state after the SPD.

References.

1. **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. – Миколаїв: НУК, 2014. – № 4. – С. 60 – 64.
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.
3. **Дубовий О.М.** Вплив параметрів режиму напилення покриттів щодо отримання наномасштабної субструктури з підвищеною стабільністю [Текст] / О.М. Дубовий, М.М. Бобров,Ю.Є. Неделько, О.В. Чечель // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2016. – № 4. – С. 35 – 40.

УДК 620.168

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ ЧЕРВОНОГО ШЛАМУ

Казимиренко Ю.О., Нагаєв В.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,м. Миколаїв

Перспективним напрямком матеріалознавства вважається застосування вироблених відходів в технологіях композиційних матеріалів. Промислове виробництво алюмінію супроводжується великими залишками червоного шламу [1]. Серед відомих способів їх переробки слід окремо виділити розвиток технологій будівельних матеріалів, у яких червоний шлам застосовується як порошковий компонент, що надає певних властивостей сумішам та виконує функцію барвника. Для цього застосовують відомі способи пресування сумішей (зокрема холодне статичне, одно- та двобічне пресування). Проте розвиток технологій

нових матеріалів потребує проведення додаткових експериментальних робіт, результатом яких є створення нових композицій[2].

Мета роботи - дослідження можливості одержання композиційних матеріалів на основі червоного шламу із застосуванням методів порошкової металургії.

Для проведення експериментальних робіт обрано крупнодисперсний шлам Миколаївського глиноземного заводу, оптична мікрофотографія якого наведена на рис.1, з наступним хімічним складом: Al_2O_3 − 10-21%, Fe_2O_3 − 30-58%, SiO_2 − 2-10%, TiO_2 − 5-6%, CaO − 3,8-8,2%, Na_2O − 2-5%, інше − 10-15%.

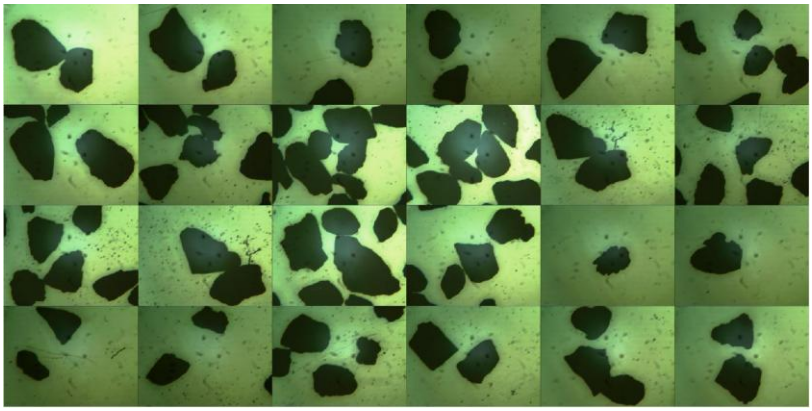


Рис. 1 Червоний шлам (х40) ($d_{сер}$ = 63 мкм)

Враховуючи те, що полікарбонат входить до складу пластикової тари, будівних огороджуючих конструкцій, окулярів, ком пакт дисків, тонких плівок, світлотехнічних виробів, утилізація якого являє собою важливу науково-технічну задачу, у роботі запропоновано розглянути можливість його застосування в якості в'яжучого шляхом переробки побутових та будівних відходів, оптична мікрофотографія якого представлена на рис.2 [3].

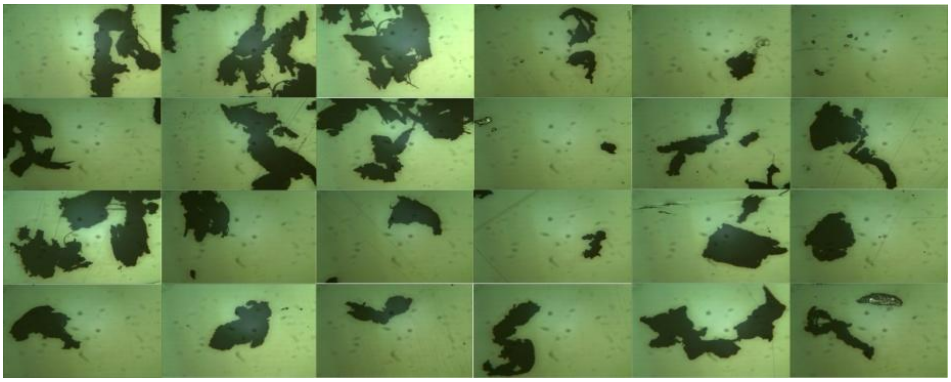


Рис. 2 Порошок полікарбонату (✕ 40) ($d_{сер}$ = 48 мкм)

Процес виготовлення композиційного матеріалу проводився згідно технологічної схеми (рис. 3), яка включає в себе стадії сушки компонентів, їх змішування і спікання у муфельній печі в окисному середовищі при t= 300 ºС з витримкою 10 хвилин. Охолодження зразка проводилось на повітрі.

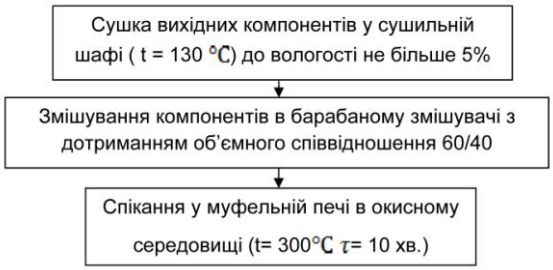


Рис. 3 Технологічна схема отримання композиційного матеріалу

Отриманий зразок наведено на рис. 4. Як видно, частинки шламу добре зв'язані між собою в'яжучим, відсутні області вигоряння пластику, що свідчить про збереження властивостей в'яжучого. Зразок має високу пористість, тому доцільно проаналізувати можливість виконання холодного статичного пресування.

Рис. 4 Експериментальний зразок (зовнішній вигляд)

Перспективи наступних досліджень зв'язані з подальшим застосуванням холодного статичного пресування для збільшення міцнісних характеристик та зменшенні пористості, використанням отриманого композиційного матеріалу для виготовлення будівельних композиційних матеріалів, використання червоного шламу іншої дисперсності та властивостей.

Висновок. Досліджено можливість виготовлення композиційного матеріалу з червоного шламу та вторинного полікарбонату шляхом спікання у муфельній печі в окисній атмосфері при температурі 300 ºС з витримкою 10 хв.

Список літератури:

1. **Иванов, А.И.** Бокситы – комплексное сырье [Текст] / А.И. Иванов, Р.И. Кириченко − Запорожье: Лана - друк 2005 – 222 с.
2. **Корнеев, В.И.** Красные шламы – свойства, складирование, применение [Текст] / В.И Корнеев., А.Г. Сусс − М.: Металлургия 1991 – 144 с.
3. **Скубеляк, О.В.** Теоретичні основи хімії та технології полімерів [Текст] / О.В. Скубеляк., В.Й.Скорохода − Львів:Львівська політехніка 2014 – 340 с.

УДК 621.793.7.

ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ НАПИЛЕНИХ ТА ОБРОБЛЕНИХ ПОКРИТТІВ З ОСНОВОЮ

Карпеченко А. А., Бобров М. М., Лабарткава О. В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,м. Миколаїв

У літературі, присвяченій питанням дослідження когезійної і адгезійної міцності газотермічних покриттів, основна увага приділена останній [1]. Це, очевидно, пов'язано з тим, що при експлуатації газотермічних покриттів, мають місце їх відшарування від матеріалу основи, і тому сформувалася думка, що адгезійна міцність є лімітуючим параметром. Методи прямої кількісної оцінки забезпечують визначення адгезійної міцності в фізичних одиницях, розуміючи під міцністю зчеплення з основою роботу або зусилля, мінімально необхідні для повного видалення покриття з контактної поверхні [2].

Мета роботи визначення міцності зчеплення напилених та оброблених покриттів з основою.

Одним з основних способів визначення міцності зчеплення покриття з основним металом вважається штифтовий метод [2], який дозволяє проводити випробування безпосередньо після нанесення покриття на зразки, тому його й використовували у даній роботі. Зразком служить бобишка, в отвір якої встановлюється штифт таким чином, що його торцева поверхня знаходиться врівень з площиною основи – бобишки (рис. 1).

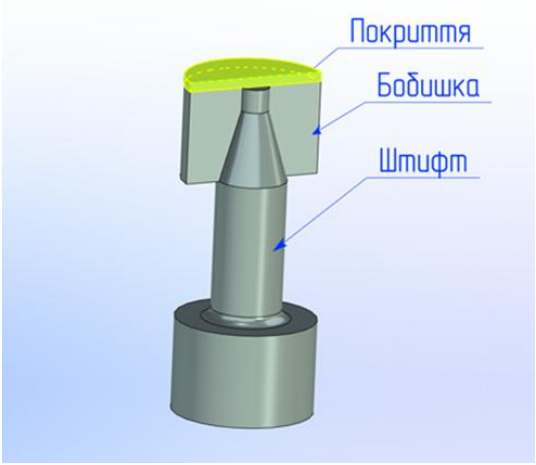


Рисунок 1 – Зразок для визначення міцності зчеплення покриттів з основою

На загальну поверхню торця штифта і бобишки після відповідної підготовки наноситься покриття. Випробування проводять шляхом витягування конусного штифта з бобишки із записом зміни зусилля, після відриву штифта від покриття визначають відношення максимального навантаження до площі торця штифта. Це відношення є кількісною характеристикою з'єднання покриття з основою.

Для розтягування зразків використовували розривну машину УММ-5. Зразки для визначення міцності зчеплення виготовляли з вуглецевої конструкційної якісної сталі 45.

Перед нанесенням покриттів поверхню, яка підлягала напиленню, обезжирювали технічним етанолом та піддавали струменево-абразивній обробці на установці марки 026-7 «Ремдеталь». В якості абразиву використовували електрокорунд марки 7Б, шліф зерно номер 125 за ОСТ 5.9957-85. Товщину покриттів, яка складала 0,5…0,6 мм, визначали замірами зразку до та після напилення штангенциркулем. Для отримання результатів міцності зчеплення покриттів з основою напилення на одному режимі виконували в один прохід на 5 зразків. Для кожного режиму проводили по 5 паралельних дослідів. Обробку результатів міцності зчеплення проводили методами математичної статистики. Визначення середньої міцності зчеплення розраховували з довірчою ймовірністю 0,95.

Результати визначення міцності зчеплення напилених та оброблених покриттів наведено на рис. 2.

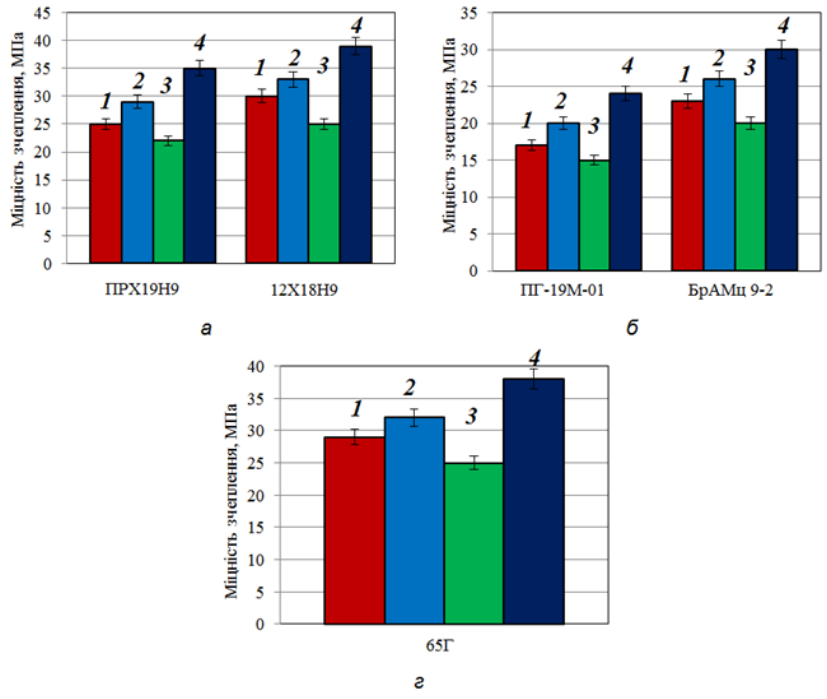


Рисунок 2 – Результати визначення міцності зчеплення плазмових покриттів з порошків ПРХ18Н9, ПГ-19М-01 та електродугових з дротів 12Х18Н9Т, БрАМЦ 9-2 та 65Г: *1* - після напилення; *2* - напилення+термічна обробка; *3* - напилення+ППД; *4* - напилення+ППД+термічна обробка

Згідно з представленими даними, проведення на оптимальних режимах передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) покриттів [3, 4] забезпечує підвищення міцності зчеплення на 30…40% у порівнянні з покриттями після напилення за рахунок зменшення внутрішніх напружень. Так, найбільш помітний приріст міцності зчеплення спостерігається для покриттів із неіржавіючих сталей, оскільки температура термічної обробки таких покриттів найвища.

З практичної точки зору основним недоліком ПТО є невелика тривалість витримки у декілька хвилин, тому актуальним являється дослідження можливості стабілізації здрібненої полігонізаційної субструктури напиленого покриття при більш тривалій витримці у процесі термічної обробки за рахунок наступної поверхневої пластичної деформації (ППД) [4]. Дробоструменеву обробку покриттів здійснювали литим чавунним дробом (ДЧЛ) номер 08 ГОСТ 11964-81 протягом 1 хв. Наступна дробоструменева обробка знижує міцність зчеплення покриттів на 10%…15% у порівнянні з покриттями після напилення за рахунок виникнення додаткових значних внутрішніх напружень у поверхневому шарі покриття. Термічна обробки додатково деформованих покриттів забезпечує більше підвищення міцності зчеплення (на 10…20%) у порівнянні з термообробленими покриттями без деформації за рахунок більшої тривалості витримки та активнішому зняттю внутрішніх напружень, які виникли у процесі формуванні покриттів та їх ППД.

Висновок: Встановлено, що проведення ПТО покриттів забезпечує підвищення міцності зчеплення на 30…40% у порівнянні з покриттями зі згаданих матеріалів після напилення за рахунок зменшення внутрішніх напружень. ПТО додатково деформованих покриттів забезпечує підвищення міцності зчеплення на 10…20% у порівнянні з термообробленими покриттями без деформації за рахунок більшої тривалості витримки та активнішому зняттю внутрішніх напружень, які виникли у процесі формуванні покриттів та їх ППД.

Список використаної літератури:

1. **Ляшенко, Б. А.** Методика определения механических характеристик композиции металл-защитное покрытие [Текст] / Б. А. Ляшенко, С. Ю. Шаривкер, О. В. Цыгулев и др. // Проблемы прочности – 1989. – №8. – С. 113 – 115.

2. **Глебова, М. А.** Контроль прочности сцепления газотермических покрытий [Текст] / М. А. Глебова, А. Б. Корнев, В. В. Глебов. // Упрочняющие технологии и покрытия 2005. – № 2. – С. 45 – 50.

3. **Дубовий, О. М.** Вплив параметрів режиму напилення покриттів щодо отримання наномасштабної субструктури з підвищеною стабільністю [Текст] / О. М. Дубовий, Ю. Є. Неделько, М. М. Бобров, О. В. Чечель // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2016. – № 4. – С. 35 – 40.

4. **Дубовий О. М.** Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури та її вплив на фізико-механічні властивості металів, стопів і напорошених покриттів [Текст] / О. М. Дубовий, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров, О. О. Жданов, Т. А. Макруха, Ю. Є. Неделько // Металлофизика и новейшие технологии. – 2017, т. 39, № 2, С. 209–243.

УДК 621.6.04

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ ФАКТОРІВ НА СТРУКТУРНИЙ СТАН ДИСПЕРСНИХ СКЛЯНИХ НАПОВНЮВАЧІВ СИСТЕМ Na_2O-CaO-SiO_2, K_2O-PbO-SiO_2

Казимиренко Ю. О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,м. Миколаїв

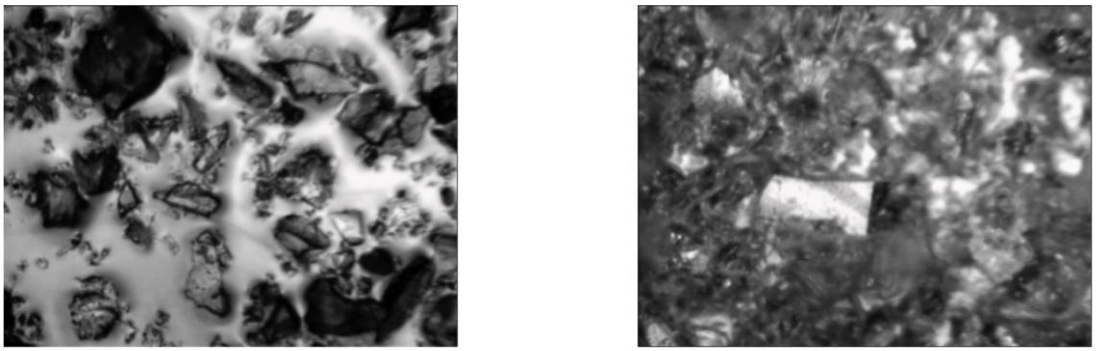
Стекла систем $Na_2O-CaO-SiO_2$, $K_2O-PbO-SiO_2$ застосовуються для виготовлення захисних екранів від іонізуючих випромінювань, у технологіях сорбційних і радіаційно стійких матеріалів для радіохімічної промисловості [1, 2]. Перспективним напрямком радіаційного матеріалознавства, спрямованого на підвищення техніко-експлуатаційних показників є створення нових композиційних матеріалів і покриттів з використанням дисперсних скляних наповнювачів, що дозволяє водночас з формуванням механізмів відбивання радіаційних і оптичних потоків реалізувати проблему утилізації відходів за рахунок переробки у порошки. У роботах [3, 4] показана доцільність застосування здрібненого скла у технологіях електродугового напилення. Проблемам радіаційних ефектів у стеклах, впливу на них методів обробки, присвячені роботи С.М. Бреховських, Л.М. Ланди, Ю.М. Вікторової, М.А. Чибисової, Л.Л. Брагіної, М.А. Четвирікова, О.С. Деркачової, де відмічена роль теплових процесів під час опромінювання, проте недостатньо дослідженими залишаються питання впливу високотемпературних технологій (зокрема спікання, електродугового напилення) на структурний стан дисперсних скляних наповнювачів, що є дуже важливим фактором для формування структури композицій з необхідними функціональними властивостями.

Метою роботи є дослідження впливу температурних факторів на структурний стан дисперсних скляних наповнювачів систем $Na_2O-CaO-SiO_2$, $K_2O-PbO-SiO_2$ (табл.1).

Для досліджень обрані порошки дисперсністю 10…90 мкм (рис.1), одержані сухим розмелом у кульовому млині скляного бою кришталевого посуду і рентгенозахисного скла.

Таблиця 1. **Хімічний склад скляних наповнювачів**

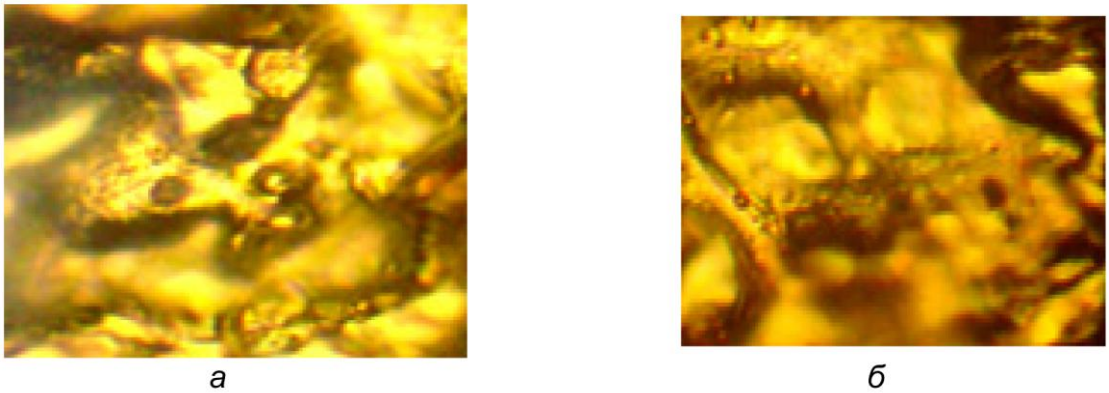
Скляний наповнювач	Хімічний склад, мас. %
Бій кришталю побутового призначення (ГОСТ 24315-80)	SiO_2 – 70,0; NaO_3 – 20,0; CaO – 8,0; B_2O_3 – 2,0
Бій скла рентгенозахисного обладнання (ГОСТ 9541-75)	SiO_2 – 55,0…57,33; K_2O_3 – 1,34…11,0; Pb_3O_4 – 33,0…40,0



а *б*

Рис. 1. Оптична мікрофотографія (× 350) порошку, одержаного розмелом бою: *а* – кришталевого посуду (*d* = 10…85 мкм, система Na_2O−CaO-SiO_2); *б* – рентгенозахисні стекла (*d* = 15…90 мкм, система K_2O−PbO−SiO_2)

Дослідження впливу підвищення температури здійснювали під час нагрівання порошків у графітовому контейнері до температури 600 °С у окисному середовищі зі швидкістю 20°С/хв. Мікроструктурні дослідження (рис. 2) показали часткове оплавлення частинок без утворення щільних агломератів. Порошки залишаються рентгеноаморфними, у відповідності з діаграмами стану систем Na_2O−CaO-SiO_2, K_2O−PbO−SiO_2 [5] у обраних діапазонах температур відсутні фазові перетворення.



а *б*

Рис. 2. Оптична мікрофотографія (× 500) термооброблених при t = 600 °С скляних частинок систем: *а* − Na_2O−CaO-SiO_2, *б* − K_2O−PbO−SiO_2

При введенні до складу електродугових покриттів на основі суцільно тягнутих дротів марок Св-АМг5 (ГОСТ 7871-75) і Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70) вони зазнають часткового оплавлення через термічну дію під час обволікання рідким металом, залишаючись рентгеноаморфними; на поверхні поділу метал−скло нових фаз не утворюється. Оскільки дослідні порошки являють собою здрібнений бій структурно-однорідних скляних виробів, які в процесі одержання зазнають відпалювання, то під час нагрівання та електродугового напилення у них відсутні ліквацийні процеси. Одержані результати розширюють фізико-хімічні уявлення про структуроутворення метал-скляних електродугових покриттів і покладені в основу моделювання процесів послаблення іонізуючих та теплових випромінювань, прогнозування міцнісних властивостей в умовах теплових ефектів.

Висновки:

1. Експериментально досліджено вплив термічного оброблення у окиснювальній атмосфері до температури 600 °С скляних порошків систем $Na_2O-CaO-SiO_2$, $K_2O-PbO-SiO_2$,одержаних сухим розмелом скляного бою і електродугового напилення у складі покриттів на основі Св-АМг5 і Св-08Г2С, в результаті чого встановлено їх часткове оплавлення без структурних змін.

2. Через відсутність ліквацій них процесів скляні порошки дисперсністю 10…90 мкм залишаються рентгеноаморфними.

Література:

1. **Павлушкин, Н. М.** Стекло: справочник [Текст] / [под ред. Н. М. Павлушкина]: – М. : Стройиздат, 1976. – С. 324–345.

2. **Полуэктов, П. П.** Научные подходы и технические решения в области обращения с жидкими высокоактивными отходами [Текст] / П. П. Полуэктов, Л. П. Суханов, Ю. И. Матюнин // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). – 2005. – Т. XLIX. − № 4. – С. 29–41.

3. **Карпеченко, А. А.** Разработка технологии электродугового напыления композиционных покрытий с использованием порошковых материалов: дис. … кандидата техн. наук 05.03.06 [Текст] / Карпеченко Антон Анатольевич. – Николаев, 2012. – 158 с.

4. **Фарионова, Т.А.** Выбор состава композиционных материалов и покрытий технических средств для перевозки опасных грузов на основе экспертных оценок [Электронный ресурс] / Т. А. Фарионова, Ю. А. Казимиренко // «Вісник Національного університету кораблебудування». – 2010. − № 5. – Режим доступу до журналу: http: // ev.nuos.edu.ua/

5. **Торопов, Н. А.** Диаграммы состояния силикатных систем [справочник]: вып. I: Двойные диаграммы [Текст] / Н. А. Торопов, В. П. Борзаковский, В. В. Лапин. - М-Л : Наука, 1965. – 545 с.

ФОРМУВАННЯ НАНОСТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ ПОКРИТТІ ІЗ СТАЛІ 65Г

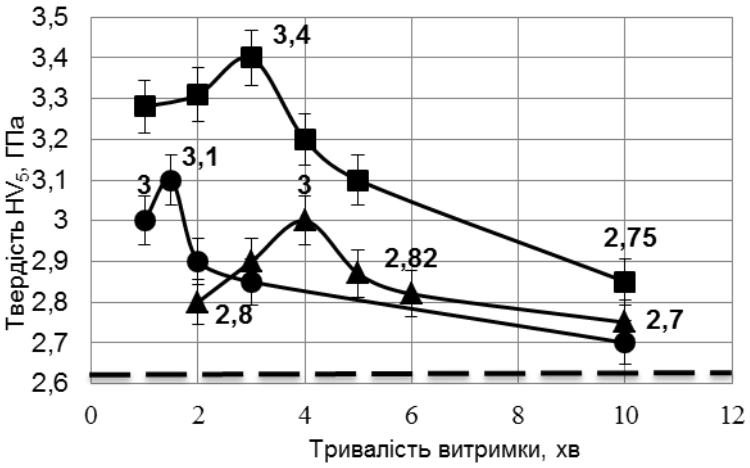
Дубовий О. М., Карпеченко А. А., Бобров М. М., Неделько Ю. Є, Макруха Т. О.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова (Україна)

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 для нанесення таких покриттів є простим в обслуговуванні. Основними недоліками цих методів, зокрема електродугового напилення, є невисока міцність зчеплення. В останні роки досягнуто значних успіхів у створенні наноструктурованих газотермічних покриттів, отриманих із аморфної фази та напиленням ультрадисперсних порошків. Дані способи характеризуються високою вартістю, трудомісткістю й складністю обладнання. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є застосування термічної обробки, яку назвали передрекристалізаційною, що полягає у формуванні полігонізаційної субструктури шляхом нагрівання металів та сплавів до температури початку первинної рекристалізації з короткочасною (до 10 хвилин) витримкою та наступного охолодження до температури навколишнього середовища зі швидкістю, яка унеможливлює ріст субзерен [1]. Даний спосіб забезпечує підвищення твердості напилених покриттів на 30…70 %. Однак до теперішнього часу не досліджено вплив температурно-часових параметрів передрекристалізаційної термічної обробки на розмір елементів субструктури покриттів.

Мета роботи – дослідження впливу температурно-часових параметрів передрекристалізаційної термічної обробки на субструктуру електродугового покриття зі сталі 65Г.

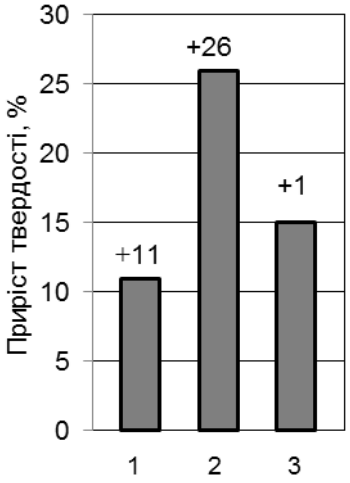
Електродугове напилення проводили на установці КДМ-2 електродуговим розпилювачем ЕМ-14М. Як напилюваний матеріал використовували дріт марки 65Г (ГОСТ 9389-75). Твердість HV_5 визначали за ДСТУ *ISO* 6507-4:2008. Термічну обробку зразків проводили в лабораторній електричній печі СНОЛ-1.6.2.0.08/9-М1. Отримані зразки нагрівали до температури 300 °С, 400 °С та 500 °С. Зйомку дифрактограм виконували на рентгенівському дифрактометрі загального призначення ДРОН-3.0 у випромінюванні молібдену $Mo_{K_\alpha} = 0{,}071069$ нм. За зразок-еталон прийнято відпалений при температурі 800 °С зразок із технічно чистого заліза марки Э12 (ГОСТ 3836-83).

Результати впливу температурно-часових параметрів термічної обробки на твердість покриттів представлені на рисунку 1.



▲ – 300 °С; ■ – 400 °С; ● – 500 °С; ▬ ▬ - твердість після напилення

Рисунок 1. Залежність твердості електродугових покриттів з дроту 65Г від температуро-часових параметрів при передрекристалізаційній термічній обробці



1 – 300 °С; 2 – 400 °С; 3 – 500 °С

Рисунок 2. Залежність приросту твердості електродугового покриття з дроту 65Г від температури при передрекристалізаційній термічній обробці

Згідно з наведеними даними встановлено, що залежність носить екстремальний характер з виразним максимумом, висота якого залежить від температури нагрівання, при цьому відповідну витримку можна вважати оптимальними. Так для температури 300 °С максимальне значення твердості зафіксовано при витримці 4 хв і складає 3,0 ГПа; для температури 400 °С оптимальною є витримка 3 хв при цьому твердість – 3,4 ГПа; 500 °С витримка 1,5 хв – 3,1 ГПа. Отже, при підвищенні температури точка максимального зміцнення зміщується у діапазон менших витримок, що пов'язано, можливо, зі збільшенням швидкості полігонізаційних процесів за рахунок термічної активації. Залежність приросту твердості від температури нагрівання при термічній обробці наведено на рисунку 2. Згідно з наведеними даними встановлено, що залежність теж носить екстремальний характер з виразним максимумом. Максимальний приріст твердості спостерігається при температурі 400 °С та витримці 3 хв та складає 26 % відносно деформованого стану.

Визначали розмір областей когерентного розсіювання (ОКР) за формулою Шеррера та методом гармонічного аналізу [2], кількість наноструктурних елементів [3] та кут розорієнтування субзерен [4] для напиленого та термооброблених зразків (таблиця 1).

Таблиця 1. Розміри та кількість ОКР, кут розорієнтування субзерен напилених та термооброблених покриттів зі сталі 65 Г

Обробка покриття	Значення розміру ОКР, нм		Відхилення, %	Кількість нано-структурних елементів, %	Кут розорієнтування субзерен, град
	За формулою Шеррера	Гармонічний аналіз			
Після напилення	149	121	18,8	21	0,1
300 °С, 4 хв	148	118	20,3	26	0,12
400 °С, 3 хв	106	85	19,8	33	0,15
500 °С, 1,5 хв	124	99	20,2	27	0,13

Наведені дані свідчать, що суттєве зменшення розміру ОКР та отримання максимальної кількості наноструктурних елементів забезпечує передрекристалізаційна обробка при температурі 400 °С протягом 3 хв. (рисунок 1)., що обумовлено отриманням наномасштабної субструктури (85 нм).

Висновок: Встановлено, що оптимальним режимом передрекристалізаційної термічної обробки електродугового покриття зі сталі 65Г є: температура 400 °С, витримка протягом 3 хв, який забезпечує розмір ОКР – 85 нм та 33 % наноструктурних елементів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. **Пат. 88755** Україна МПК (2009) C23C 4/18. Спосіб нанесення покриттів / О. М. Дубовий, Т. А. Янковець, А. А. Карпеченко, О. О. Жданов; заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. — № a 2009 02658, заявл. 23.03.2009; опубл. 10.11.2009, бюл. № 21.
2. **Гладких, Л. И.** Определение размера областей когерентного рассеяния и величины микродеформаций способом гармонического анализа формы дифракционного профиля / Л. И. Гладких, М. В. Решетняк // Методические указания, Харьков, Національний технічний університет «Харьківський політехнічний інститут»,
2005 – 24 с.
3. **Черепанов, В. А.** Рентгеновские методы исследования наноструктур // Руководство к лабораторным и практическим занятиям, Екатеринбург, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького», ч. 2, 2008 – 22 с.
4. **Задоян, Д. М.** Определение плотности избыточных дислокаций по ренгенографическим оценкам размеров кристаллических блоков и разориентировки малоугольных границ / Д. М. Задоян, Л. А. Азизбекян, М. К. Валюженич // Физика твердого тела, 2003. – с. 177-179.

УДК 669.716.9:621.795.4:621.3.014.31

УСТАНОВКА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ НА КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Адамчук Ю. О.,
Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины

Введение

Использование наноуглеродных порошков и наноструктурированных покрытий имеет большую перспективу применения. Наноуглерод используется как для повышения прочности материалов, улучшение антикоррозионных свойств, создание антифрикционных материалов, так и для защиты от электромагнитного излучения. Сферой применения таких покрытий являются: авиа, космическая и машиностроительная промышленность [1, 2].

Применение нанопокрытий (НП) имеет большую актуальность в судостроении. НП может иметь антикорозионные, упрочняющие, антифрикционные свойства и гидрофобность, Также они используются как базовые элементы в нанотранзисторах и нанодиодах, применяются для изготовления топливных элементов и чувствительных игл консолей. Электропроводность углеродных волокон позволяет создавать на их основе средства защиты изделий ракетной техники от воздействия статического электричества. Для системы жизнеобеспечения экипажей космических кораблей с углеродных наноматериалов изготавливаются фильтры жидкостей и газов [3].

В машиностроении применения нанопокрытий дает следующие преимущества: уменьшение эрозионного износа, защита от электромагнитного излучения, увеличение прочности конструкций.

Для защиты от электромагнитного излучения (ЭМИ) [4-5] разработаны и исследованы радиопоглощающие наполнители и покрытия, основой которых является углеродсодержащие композитные материалы, в состав которых входит графит, углеродные волокна и углеродные нанотрубки. С использованием этих наполнителей и покрытий разработаны новые материалы и технологические процессы изготовления следующих радиозащитных материалов строительного назначения: радиозащитное бетон и пенобетон, радиопоглощающие бумагу, пеностеклянные и полистирольные гранулы. Применение разработанных материалов позволяет снизить в производственных и жилых помещениях уровень внешних и внутренних ЭМИ до нормированных значений [6].

Разработка методов получения, исследования свойств и использования наноматериалов и наноструктурированных покрытий остается одним из приоритетных направлений современной науки. Известны следующие способы получения наноструктурированных покрытий: газоплазменный метод, ионно-плазменное напыление, катодное напыление, электродуговой метод, метод реактивного магнетронного распыления, детонационное напыление, лазерная наплавка.

Исследования в области разработки методов синтеза углеродного наноструктурированного покрытия не привели к созданию технологии получения качественных и надёжных покрытий на конструктивных поверхностях [7]. Существующие методы не позволяют получить поверхности с необходимым качеством и надежностью углеродных наноструктурированных покрытий.

Нанесение наноструктурированного углеродсодержащего покрытия на конструктивных поверхностях является актуальной задачей и требует развития и дальнейших исследований.

Создание экспериментальной установки для нанесения углеродных наноструктурированных покрытий

На базе предыдущих исследований [8], где для синтеза наноуглерода и нанесения его на поверхность использовался высокочастотный разряд, в данной работе было решено использовать электродуговой метод синтеза и нанесения углеродного покрытия. В ходе работы был разработан и создан экспериментальный стенд для синтеза углеродных наноматериалов с газообразных углеводородов на конструкционных поверхностях. Внешний вид реактора для получения наноуглерода на конструкционных поверхностях приведены на рис. 1.

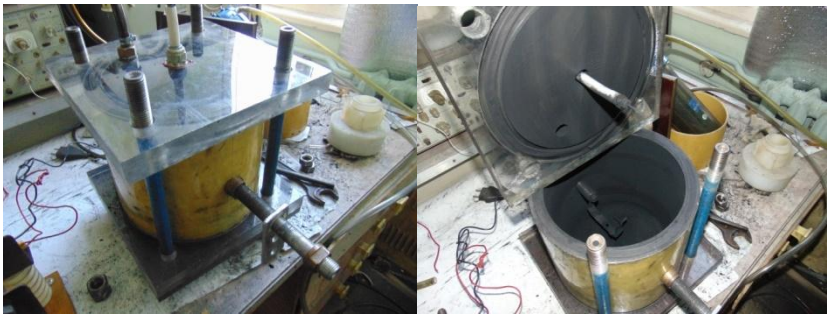


Рисунок 1. Внешний вид реактора.

Схему реакционной камеры для синтеза наноуглерода и нанесения углеродного наноструктурированного покрытия в одном технологическом цикле показано на рис. 2. Она состоит из: 1 - реакционная камера; 2 - подвижный электрод; 3 - подача газа; 4 - токовод; 5-обрабатываемый образец; 6 - выход газа.

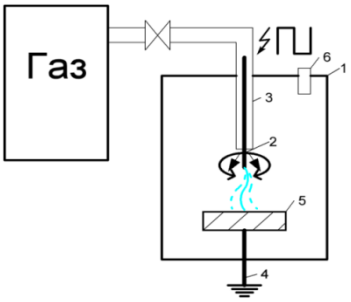


Рисунок 2. Схема реакционной камеры для синтеза наноуглерода и нанесения углеродного наноструктурированного покрытия в одном технологическом цикле

Верхний электрод является подвижным, что позволяет обрабатывать большую часть образца. Пропан-бутан подается непосредственно в межэлектродный промежуток. В ходе работы на поверхности образца образуется углеродный слой, параллельно происходит процесс синтеза наноуглерода в объёме газа.

Весь экспериментальный стенд для получения наноуглерода на конструкционных поверхностях приведен на рис. 3. Эксперементальная установка состоит из: 1 - мостовой инвертор; 2 - токоограничивающие дроссель; 3 - высоковольтный высокочастотный трансформатор; 4 - защитный разрядник; 5 - разрядная камера; 6 - фильтр частиц наноуглерода; 7 - газовый баллон с редуктором для подачи газообразных углеводородов.

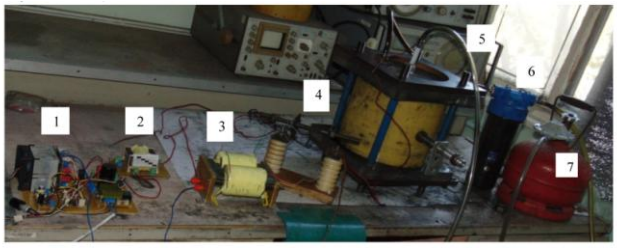


Рисунок 3. Внешний вид эксперементального стенда.

Вывод. Разработанная установка позволяет получать стойкие углеродные наноструктурированны покрытия на конструкционных материалах.

Перечень ссылок:

1. http://nanorf.ru/events.aspx?cat_id=227&d_no=450
2. **Новиков, Л.С.** Перспективы применения наноматериалов в космической технике: учеб. пособие / Л.С. Новиков, Е.Н. Воронина. // М.: Университетская книга, 2008. 188 с.
3. **Гульбин В. Н., Колпаков Н. С., Поливкин В. В.** Радио- и радиационно защитные композиционные материалы с наноструктурными наполнителями // Известия волггту. - 2014. №23 (150). - С.43-51.
4. **В.Н.Гульбин, В.А.Михеев, Н.С.Колпаков, Ю.К.Александров.** Разработка радио- и радиационно-защитных материалов для авиационной техники. Сборник докладов IX международной научной конференции по гидроавиации «Гидроаивасалон», 2012, часть II.
5. **Вовченко Л., Мацуй Л., Олейник В., Лаунец В., Загородний В., Норманд Ф.** Резонансный характер взаимодействия многослойных углеродных нанотрубок с излучением миллиметрового диапазона волн // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. − 2011, т. 9, № 4. −С. 759—769.
6. **Кочанов Д.И.** Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения / РИТМ, № 8 (56). 2010. С. 1621.
7. **Бакларь В. Ю., Терехов А. Ю., Кускова Н. И.** Нанесение металлического покрытия методом электрического взрыва проводников // ЭОМ. 2011. №6.
8. **Пат. на кор.мод. 98475 Україна,. МПК B82B 3/00, C23C 14/00 (2015.01).** Спосіб одержання нановуглецевого покриття металевих поверхонь. / Л.З.Богуславський, Д.В.Вінниченко, Н.С.Назарова; заявник і патентовласник ІІПТ НАН України. - № u201412854; заявл. 01.12.14.; опубл. 27.04.15, Бюл № 8. - 6 с.

РАЗРАБОТКА ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ АЛЮМИНИЕВОГО КОРПУСА МАЛЫХ СУДЕН НА ПРИМЕРЕ КАТЕРА «ЛИМБ»

Шкурат С. И.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Протекторная защита применяется для защиты от коррозии подводной части корпуса судна, на ряду, с другими методами защиты от коррозии (лакокрасочные покрытия). Для подводной части корпуса судна согласно требованиям ГОСТ 26501-85 следует применять системы протекторной защиты - короткозамкнутые; неотключаемые с балластным сопротивлением.

1. **Общие сведения об условиях эксплуатации и характеристики катера «ЛИМБ»**

1.1 Судно предназначено для выполнения следующих функций:

- обеспечение гидрографических исследований в прибрежной зоне морей;
- инспекция в указанных районах средств навигационной обстановки;
- доставка людей на гидрографические объекты, партии и отряды, на побережье морей и на острова.

1.2. Район плавания – Зона 1 внутренних водных путей – без ограничений по удалению от укрытий (ограничение по волнению высотой 5% обеспеченности до 2,0 м и ветру до 6 баллов);

Прибрежная зона открытых и внутренних морей с 5-ти мильным удалением от берега и 20-мильным удалением от места убежища, в которой плавание судна ограничено волнением 5% обеспеченности высотой до 2,0 м и ветром до 6 баллов.

1.3. Район эксплуатации – украинские прибрежные зоны Черного и Азовского морей и прибрежные лиманы в этих морях, а также эксплуатация судна на внутренних речных путях.

1.4. Основные характеристики судна:

Длина наибольшая, м	11.98
Длина между перпендикулярами, м	10.2
Ширина наибольшая, м	3.8
ширина по квл, м	3,3
Высота борта на миделе, расчетная, м	2.00
Водоизмещение судна по грузовую марку, т	7.97
Осадка по грузовую марку, м	0.58
Осадка при полном водоизмещении, м	0,71
Водоизмещение порожнем, т	6.0
Водоизмещение по груз. марку, т	12,12
Надводный борт на миделе при наибольшей осадке, м	1.42

2. **Сведения об используемых материалах в конструкции судна**

2.1. В качестве материала основного корпуса и фундаментов и рубки и носового капа предусмотрен алюминиево-магниевый сплав АМг 5 и АМг 5М.

2.2. Корпус судна защищен лакокрасочными покрытиями с использованием материалов производства компании International Paint (Южная Корея).

3. **Выбор метода электрохимической защиты**

Учитывая условия эксплуатации, особенности конструкции корпуса и используемые материалы в соответствии с рекомендациями РД5.9042-80, РД 31.28.10-97, для судов эксплуатируемых преимущественно в районах с пониженной соленостью морской воды, используется метод протекторной защиты с применением короткозамкнутых магниевых протекторов.

4. **Расчет протекторной защиты**

Протекторная защита заключается в установке протекторов из более активного металла, которые с корпусом судна образуют гальваническую пару, при этом корпус находится под защитным потенциалом.

Эксплуатация судна производится в районах с пониженной соленостью морской воды. Удельная электропроводность данных акваторий не превышает 0,75 См/м.

На судне рекомендуется использовать магниевые протекторы короткозамкнутые или неотключаемые с балластным сопротивлением из сплава МП1 по ГОСТ 26251-84, ГОСТ 26501-85 без регулировки тока в цепи протекторов.

Тип применяемых протекторов определяется в зависимости от водоизмещения судна. Полное водоизмещение судна составляет 7,97 т.

В соответствии с таблицей 5 РД5.9042-80 применяются протектора П-РОМ-1.

При использовании протекторов П-РОМ-1 массой 1кг и при γ =0,75 См/м (удельная электрическая проводимость воды) необходимое число протекторов определяется по формуле:

$$N = \frac{I_{защ} \cdot S_{\Sigma}}{I_{пр}}$$

где S_{Σ} – суммарная площадь защищаемой поверхности, м^2;

$I_{пр}$ – ток, отдаваемый протектором, А;

$I_{защ}$ – расчетная величина защитной плотности для судов из алюминиевых сплавов.

Суммарная площадь защищаемой поверхности складывается из площади подводной части корпуса и площади гребных винтов и рулей. В наших расчетах вторым слагаемым можно пренебречь, таким образом, суммарная площадь защищаемой поверхности приблизительно равна площади подводной части корпуса судна. Площадь подводной части определяем из формулы

$$S_{\Sigma} = 1{,}8LT + \alpha LB, \text{ где}$$

L – длина корпуса, м; T – осадка, м; B – ширина, м; α – коэффициент полноты корпуса, для пассажирских судов α = 0,65.

$$S_{\Sigma} = 1{,}8LT + \alpha LB = 1{,}8 \cdot 10{,}2 \cdot 0{,}58 + 0{,}65 \cdot 10{,}2 \cdot 3{,}8 = 35{,}8 \text{ м}^2$$

$$I_{пр} = 0{,}20 \text{ А (табл. 5 РД5.9042-80)}$$

$$I_{защ} = 10 \text{ мА/м}^2 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ А/м}^2$$

$$N = \frac{10 \cdot 35.8 \cdot 10^{-3}}{0{,}20} = 1{,}79$$

Как показывает расчет, использование стандартных протекторов наименьшего размера (П-РОМ-1 массой 1кг), не позволяет соблюсти требования по их равномерному размещению вдоль корпуса судна. Так же использование стандартных протекторов не позволяет обеспечить равномерность тока защиты и может привести к явлению перезащиты, которое может вызвать вздутие защитного ЛКП и усиленную локальную коррозию алюминиевого корпуса. Кроме этого, размещение стандартных протекторов на подводной части корпуса катера ухудшит гидродинамические характеристики. Таким образом, для обеспечения эффективной протекторной защиты судна, требуются протекторы меньших размеров, чем предусмотрено ГОСТ 26251-84.

Учитывая, что система катодной защиты сочетается с ЛКП, необходимый защитный ток может быть снижен с 10 мА/м^2 до 5 мА/м^2 без снижения эффективности.

Исходя из требований ГОСТ 26501-85, для обеспечения равномерного распределения тока защиты по корпусу судна необходимо как минимум три протектора (N=3) – один в корме (основной) и два (дополнительных) симметрично по бортам в носовой трети корпуса.

Соблюдая соотношение массы к площади для стандартных протекторов

П-РОМ-1 (1кг/300 см^2), чтобы токоотдача и ресурс остались неизменными, проведем перерасчет на необходимое количество протекторов (N=3).

Если в качестве дополнительных протекторов использовать магниевые аноды (арт.1201 D25/L200 М8) с площадью поверхности 160 см^2.

Общая площадь дополнительных протекторов составит 160·2=320 см^2. Общая площадь расчетного количества (1,79) стандартных протекторов (ГОСТ 26251-84) составляет 300·1,79= 537 см^2. Отсюда найдем площадь основного протектора 537-320=217 см^2. В качестве основного протектора рекомендуется использовать пластину из протекторного сплава МП1 размером 100х200 мм толщиной не менее 30 мм.

УДК 53.092+519

ДОЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДА СТРУКТУРНИХ ОДИНИЦЬ

Мочалов О.О. д.т.н., професор
Коваль С.С., к.ф-м.н., доцент
Євфимко К.Д., ст. викладач
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв

Промисловість, зокрема машинобудування та суднобудування вимагають все нових сучасних матеріалів, покриттів, тощо. Досить часто необхідні прогностичні розрахунки властивостей матеріалів, які залежать від їх внутрішньої будови та мікроскопічних характеристик. На сьогоднішній день комп'ютери дозволяють моделювати досить об'ємні мікроструктури, і особливо актуальною стає розробка моделей і рівнянь, які на базі змін, що виникають в матеріалі, могли б описувати його властивості, вирішуючи за допомогою комп'ютерного моделювання аналітично не розв'язувані проблеми, що дозволяє досліджувати структуру і властивості речовини з урахуванням кінетики деформації і зміни термодинамічних параметрів. Пропонуємо нову методику і спосіб створення рівняння взаємодії атомів в структурній одиниці твердого тіла на базі коефіцієнта жорсткості з урахуванням часу і динаміки деформації, термодинамічних параметрів і конфігурації структурної одиниці.

Розглянемо взаємодію двох найближчих атомів в структурній одиниці твердого тіла. Будемо вважати, що це взаємодія характеризується коефіцієнтом жорсткості міжатомних зв'язків $k(\delta)$, який, в свою чергу залежить від взаємного розташування атомів і потенціалу взаємодії. В умовах, коли атоми речовини знаходяться один від одного на рівноважній відстані r_0 при температурі абсолютного нуля, коефіцієнт $k(\delta)$ має постійне значення $k_0(0)$ При переміщенні атомів відносно один одного відбувається дисипація енергії деформації.

Розглянемо власні коливання структурної одиниці, рівняння коливального процесу запишеться наступним чином:

$$m_0 \frac{d^2 r}{\mathrm{dt}^2} + k(r)(r - r_0) = 0 \qquad (1)$$

Перейдемо до: $r = r_0 + \Delta r$, $k(r) = k(0) + k(r)$. З урахуванням цього вираз (1) у відносних одиницях матиме вигляд:

$$\frac{d^2\delta}{dt^2} + \frac{k(0)}{m_0}(1 + \Delta k^o(\delta))r_0\delta = 0 \qquad (2)$$

Введемо поняття власної частоти коливань взаємодіючих атомів $\varpi_0^2 = \frac{k(0)}{m_0}$.

Вираз (2) в безрозмірному вигляді запишеться в такій формі:

$$\frac{d^2\Delta}{\mathrm{dt}^{o2}} + (1 + k^o(\delta))\delta = 0, \qquad (3)$$

Приріст безрозмірного коефіцієнта жорсткості міжатомного зв'язку $k^o(\delta)$ згідно [1], буде:

$$\Delta k^0(\delta) = B_1 e^{\delta} + 4\mathrm{AB}_2 e^{2A\delta} + \mathrm{AB}_3 e^{A\delta} \qquad (4)$$

З урахуванням виразу (4), диференціальне рівняння (3) запишеться наступним чином:

$$\frac{d^2\delta}{dt^{o2}} - (B_1 e^{-\delta} - 4AB_2 e^{-2A\delta} - AB_3 e^{-A\delta} - 1)\delta = 0 \qquad (5)$$

Рішення рівняння (5) можливо тільки чисельним методом, з урахуванням залежності збільшення радіус-вектора від температури і тиску:

$$\delta = \beta T - \kappa_V P \qquad (6)$$

Рішення рівняння (3) з урахуванням (4) для випадку T = const, P = const можливо привести до наступного тривіального вигляду:

$$\frac{d^2\delta}{dt^{o2}} + \omega_0^2(\delta)\delta = 0 \qquad (7)$$

Рішення рівняння (7) має вигляд:

$$\delta = \frac{\Delta R}{r_0}\cos(2\pi t^o + \alpha) \qquad (8)$$

Взаємодія атомів в структурній одиниці має дискретну квантову природу, значення величини $\Delta R/r_0$ отримаємо зі співвідношення невизначеності:

$$m_0 \Delta R 2\pi\omega_0 \langle \Delta R \rangle h \qquad (9)$$

Звідки:

$$\frac{\Delta R}{r_0} = \frac{1}{r_0}\sqrt{\frac{2h}{2\pi\pi_0 m_0}} = \frac{1}{r_0}\sqrt{\frac{}{\sqrt{k(0)m_0}}} \qquad (10)$$

Вираз (10) дасть можливість розрахувати величину зміщення атомів ΔR при заданих значеннях. P, T, m_0, $k(0)$, r_0 Насправді $\omega_0(\delta)$ залежить від відносного зміщення δ, тому, загальне рішення можливо отримати методом суперпозиції:

$$\delta(t^0) = \sum_{i=1}^{k}\frac{\Delta R}{r_0}\cos\left[2\pi(k \quad i+1)\Delta t^o + \alpha(k \quad i+1)\right] \qquad (11)$$

Вираз (11) дасть можливість побудувати траєкторію зміщення взаємодіючих атомів і графіки залежності

$$\omega_0(\delta) = f(t^o);\ \frac{\Delta R}{r_0} = f(t^o);\ \alpha(t) = f(t^o);$$

Висновки Рівняння (8-11) дозволяють досліджувати взаємодію атомів в структурній одиниці твердого тіла на базі коефіцієнта жорсткості міжатомних зв'язків з урахуванням часу і динаміки деформації, термодинамічних параметрів і конфігурації структурної одиниці. Виходячи з того, що структурна одиниця складається з N атомів, необхідно розглядати взаємодію кожного з атомів один з одним [3], при цьому завдання ускладнюється в N^3 разів. Для спрощення рішення таких задач можливо звести атоми до ланцюжка приведених мас, взаємодіючих між собою [4].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Євфимко К.Д., Гайша О.О., Мочалов О.О. Методика визначення коефіцієнта пружності міжатомного зв’язку на основі експериментальної кривої навантаження //Журнал нано- та електронної фізики, 2012 р. - Том 4, №2. – С.02031-1-02031-4.
2. Евфимко К.Д., Мочалов А.А. Исследование коэффициента объемного сжатия металла при сверхвысоких давлениях //«Сучасні проблеми природничих наук та підготовка фахівців» Тези доповідей XI Міжнародної науково-методичної конференції, Миколаїв, 20-22 вересня 2007р С.67-68
3. Євфимко К.Д., Мочалов О.О., Гайша О.О. Феноменологічна модель твердого тіла з урахуванням кінетики деформації //Математичне моделювання. Науковий журнал Дніпродзержинського державного технічного університету. — №2(25). — 2011. — с.23-26
4. Евфимко К.Д., Мочалов А.А., Гайша А.А. Динамика деформации структурной единицы твердого тела от внешнего воздействия //Журнал нано- та електронної фізики – 2009. Т1, №1 С.70-79
5. Евфимко К.Д., Мочалов А.А., Шаповал Н.А. Особенности математического моделирования динамических процессов в твердых телах с микроструктурой // Математичне моделювання. Науковий журнал Дніпродзержинського державного технічного університету. — №2(29). — 2013 с.29-32
6. Евфимко К.Д., Мочалов А.А., Гайша А.А. Теоретико-экспериментальный подход в исследовании параметров вещества //Научно-технический журнал «Металл и литье Украины». – 2010. – №4.

УДК 53.092+519

КОРРЕЛЯЦИЯ КВАЗИЧАСТИЦ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

Мочалов А. А., д-р техн. наук, проф.,
Шаповал Н. А., канд. техн. наук, доц.,
Ткаченко Т. А., ст. преподаватель,
Бойко Е. П., ст. преподаватель,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Представление о фононах широко используется в физике твердого тела. Фононы существуют только в кристаллах, вне среды их нет. Кроме фононов есть и другие типы квазичастиц [1]. Тепловые колебания решетки можно рассматривать как фононный газ, при низких температурах — идеальный. При очень высоких температурах решетка плавится и модель невзаимодействующих фононов неприменима: они перестают быть свободными [2]. Преимущество представления о фононах состоит в том, что в рамках фононной теории свойства твердого тела рассматриваются как свойства ансамбля большого числа независимых квазичастиц (фононов). Все представления этой модели могут быть использованы для описания поведения кристаллической решетки от чего зависят свойства металлов, такие как теплопроводность, теплоемкость, объемное и линейное расширение (сжатие).

Согласно квантовой теории переносчиками тепловой энергии являются фононы, которые рождаются в данном объеме вещества и исчезают в зависимости от температуры. Среднее число фононов определяется из соотношения

$$N_{\phi} = \left(\exp \frac{h\upsilon}{k_{Б} T} - 1 \right)^{-1}.$$

Это соотношение входит в уравнение, описывающее количество теплоты, излучаемой единицей площади в единицу времени при температуре поверхности T, что выражается уравнением Планка [3], которое с учетом квантовой теории перепишем так

$$\varepsilon(\omega, T) = \frac{\hbar \omega^3}{2\pi c^2} \cdot N_{\phi}(\omega, T) \qquad (1)$$

где c – скорость света в вакууме, $\hbar$ – постоянная Дирака, ω – циклическая частота кванта электромагнитного излучения, T – температура поверхности нагретого тела.

Из выражения (1) следует, что коэффициент при N_{ϕ} должен соответствовать энергии одного фотона при соответствующей частоте ω и температуре T. Кроме того, из этого следует, что энергия одного фотона является функцией частоты ω. А это уже противоречит фононной теории теплоемкости [4].

Для того чтобы рассчитать количество фононов Больцмана, которые соответствуют частоте ω_1, необходимо $\varepsilon(\omega_1, T)$ разделить на

$$N_{\phi}(\omega_1, T) = \frac{\varepsilon(\omega_1, T)}{k_{Б} T}$$

Согласно квантовой теории $\varepsilon(\omega, T)$ должна соответствовать суммарной энергии квантов электромагнитного излучения частот ω_1, т.е.

$$\varepsilon(\omega_1, T) = N_{кв}(\omega_1, T) \hbar \omega_1$$

Из этого следует, что число фононов и число квантов электромагнитного излучения (фотонов) должны быть связаны следующим соотношением

$$\frac{N_{\phi}(\omega_1, T)}{N_{кв}(\omega_1, T)} = \frac{\hbar \omega_1}{k_{Б} T} \qquad (2)$$

С увеличение частоты ω от 0 до ∞, учитывая, что при $T = const$ соотношение (2) будет стремиться к бесконечности. Таким образом, число фононов будет расти по сравнению с числом квантов фотонов, так как энергия фотонов не зависит от температуры. Это говорит о том, что для рождения (возникновения) фотона большой энергии необходимо затратить больше энергии, чем на рождение фонона с энергией $k_{Б} \cdot T$.

Если принять энергию всех фотонов от 0 до ∞, при температуре T = 1 К за энергию одного фонона Больцмана, согласно [4]

$$\int_0^{\infty}\varepsilon(\omega,T)d\omega = const\cdot 1K = \sum_{i=0}^{\infty}\hbar\omega_i N_{кв}(\omega_i,T)\,, \qquad (3)$$

где ω_i не зависит от температуры и при T = *const* может принимать любые значения в диапазоне 0 ÷ ∞ .

Разделив левую и правую части на $k_Б\cdot T$ получим

$$\frac{1}{k_Б T}\int_0^{\infty}\varepsilon(\omega,T)d\omega = const\cdot 1K = \frac{1}{k_Б T}\sum_{i=0}^{\infty}\hbar\omega_i N_{кв}(\omega_i,T) \qquad (4)$$

Правая часть выражения (4) есть отношение суммарного количества фотонов всех частот к кванту фонона Больцмана. В левой части количество фононов Больцмана при соответствующей температуре *T*.

Интеграл, приведенный в выражениях (3) и (4), пропорционален четвертой степени температуры *T*.

$$\int_0^{\infty}\varepsilon(\omega,T)d\omega = const\cdot T^4\,.$$

Тогда выражение (4) можно переписать следующим образом

$$const\cdot T^4 = \sum_{i=0}^{\infty}\hbar\omega_i N_{кв}(\omega_i,T)\,,$$

$$const\cdot T^4 = N_ф k_Б T \Rightarrow N_ф = \frac{const\cdot T^3}{k_Б}.$$

Полученные соотношения полностью соответствуют теории теплового излучения [4] из чего следует

$$N_ф = \sum_{i=0}^{\infty}\frac{\hbar\omega_i}{k_Б T}N_{кв}(\omega_i,T). \qquad (5)$$

Выражение (5) устанавливает взаимосвязь между числом фононов и суммарным количеством квантов с энергией $\hbar\omega_i$, где ω_i изменяется от 0 до ∞.

Другими словами квант тепловой энергии Больцмана включает в себя множество квантов электромагнитного поля (фотонов) с различными частотами (энергиями). Из этого следует, что фононы и фотоны суть одной природы.

Предложенная методика дает возможность найти взаимосвязь между квантами, которые обуславливают перенос тепловой энергии при теплопроводности (перенос осуществляется фононами) и физической сущности теплоемкости тела в объеме структурной единице. В свою очередь взаимосвязь даст возможность объяснить природу физических понятий при изучении твердых тел.

Литература

1. Боум А. Квантовая механика: основы и приложения [Текст] / А. Боум. – М.: Мир, 1990. — 720 с.

2. Румер Ю. Б., Термодинамика, статистическая фізика и кінетика [Текст] / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – М.: Наука, 1972. – 400 с.

3. Мочалов А. А. Адаптация формулы Планка для реальных тел [Текст] / А. А. Мочалов, Н. А.Шаповал, К. Д. Евфимко, Е. П. Бойко, Т. А. Ткаченко // Математическое моделирование. – 2015. − №2 (33). – С. 28-30.

4. Мочалов А. А. Анализ взаимосвязи фононов и фотонов [Текст] // А. А. Мочалов, Н. А.Шаповал, Е. П. Бойко, Т. А. Ткаченко // ScienceRise. – 2017. − №5/2(34). − С. 45 – 49.

УДК 533.2+536.4

ЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ МІЖМОЛЕКУЛЯРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З ФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ МАТЕРІАЛІВ

Мочалов О.О., д.т.н., професор
Ушкац М.В., к.т.н., доцент
Ушкац С.Ю.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв

В молекулярній фізиці сили міжмолекулярної взаємодії у багатьох випадках моделюються певним потенціалом взаємодії пари частинок $u(r_{ij})$. За відомого потенціалу, сучасна статистична теорія дозволяє точно описати поведінку реальних газів до самої точки конденсації [1, 2, 3,]. Для опису щільніших станів речовини (рідкого та твердого) використовують інші підходи. Найбільш поширеними з них є числові експерименти (комп'ютерне моделювання) за допомогою методів Монте Карло або молекулярної динаміки, які дозволяють безпосередньо досліджувати поведінку термодинамічних систем при заданому потенціалі парної взаємодії. На жаль, результати такого моделювання все ще значною мірою залежать від параметрів експерименту, таких як кількість частинок в моделі, глибина обрізання потенціалу та інших [4].

В даній роботі пропонується більш проста методика дослідження теплофізичних властивостей речовини у твердому стані, в який використовується просторова симетрія кристалічної фази. На базі цієї методики досліджується процес теплового розширення ізотропних (полікристалічних) металів з кубічною кристалічною решіткою (ГЦК та ОЦК), а також визначається питома теплота їх кристалізації (плавлення)..

Для моделювання іонної взаємодії в металах найчастіше використовують [5, 6, 7] трьох-параметричний потенціал Морзе [8]. Наявність третього параметра (α) розширює коло застосовності цього потенціалу, але, одночасно, і значно ускладнює його теоретичні та числові дослідження.

Завдяки симетрії кристалічного стану і відомому розташуванню частинок в елементарній комірці, повну потенціальну енергію, що припадає на кожен атом (всередині кристалу), можна визначити наступним чином

$$U = \frac{1}{2}\sum_i q_i u\ \ r_i\ \ , \tag{1}$$

де $u(r)$ – парний потенціал взаємодії; q_i і r_i – координаційне число та радіус i-ої координаційної сфери, відповідно. Множник 1/2 в (1) потрібен для того, щоб не враховувати енергію взаємодії кожної пари частинок двічі.

Радіус кожної координаційної сфери можна виразити у безрозмірній формі $k_i = r_i/a$ в долях постійної комірки a. Похідна енергії (1) (з від'ємним знаком) по змінній a дає величину пружної сили, що виникає при ізотропній об'ємній деформації кристала, тобто зміні розмірів елементарної комірки. Наступна похідна (теж з від'ємним знаком) дає відповідний коефіцієнт жорсткості кристала. Мінімуму потенціальної енергії, тобто нулю

$$\partial U/\partial a\ _{a=a_0}$$

$$\sum_i k_i q_i \left[e^{-2\alpha\ k_i a_0 - D\ } - e^{-\alpha\ k_i a_0 - D\ } \right] = 0\,, \tag{2}$$

відповідає стала елементарної комірки a_0 за нульової абсолютної температури.

Числовий розв'язок рівняння (2) показав, що при розрахунку суми по координаційним сферам (незважаючи на ріст q_i), достатньо обмежитись першими 40 сферами: при $k_i > 6$, вкладом більш дальніх координаційних сфер можна знехтувати з великою точністю (різниця результатів складає не більше 0.00001%). Результати розрахунків сталої елементарної комірки a_0 за нульової абсолютної температури для різних металів з ГЦК та ОЦК кристалічними структурами приведені в Таблиці 1. Там же приводяться відомі експериментальні значення a при 0°С (273 К). Усі теоретичні значення a_0 трохи менші за відповідні експериментальні a, що можна пояснити ефектом теплового розширення. Крім того, в Таблиці 1 є розрахована згідно з рівнянням (1) глибина потенціальної ями (тобто енергія сублімації на одну частинку) $U_0 = U(a_0)$ для тих же металів.

Вираз (1) для потенціальної енергії одного атома в кристалі дозволяє не тільки визначити сталу кристалічної комірки при абсолютному нулі температурі, але й приблизно оцінити зміну цієї сталої при нагріванні кристалу та, відповідно, визначити коефіцієнт лінійного теплового розширення

$$\alpha_T = \frac{\Delta L}{L\Delta T}\,. \tag{3}$$

Результати розрахунків α_T (3) для досліджуваних металів за різних температур досить добре збігаються з відомими експериментальними даними [9], причому, теоретичні значення коефіцієнту теплового розширення збільшуються з ростом температури, як і експериментальні. Певні кількісні розбіжності можуть

бути обумовлені сукупністю декількох причин: наближеністю самої методики оцінки теплового розширення; неадекватністю потенціалу Морзе (наприклад, залежністю параметрів міжатомної взаємодії від температури); помітним вкладом поверхневих ефектів на краях або дефектах кристалів.

Таблиця 1 Розраховані значення сталої елементарної комірки a_0 та відповідного мінімуму енергії (енергії сублімації) U_0 при нульовій абсолютній температурі

Метал	a_0 (Å)	a (Å)	U_0/ε	Метал	a_0 (Å)	a (Å)	U_0/ε
Pb	4.934825	4.950	–8.682760	W	3.153125	3.160	–8.924372
Ag	4.072257	4.086	–9.058096	Cr	2.875050	2.885	–8.793888
Ni	3.521923	3.524	–10.106697	Fe	2.863074	2.866	–10.029574
Cu	3.606408	3.615	–10.332033	Ba	5.015563	5.020	–12.576531
Al	4.031410	4.050	–10.841459	K	5.195683	5.332	–17.433106
Ca	5.557823	5.580	–11.466706	Na	4.274460	4.282	–18.125112
Sr	6.067847	6.080	–11.464794	Cs	6.059436	6.140	–18.088373
Mo	3.140657	3.147	–8.423435	Rb	5.607783	5.710	–19.249182

Крім того, вираз (1) дозволяє оцінити зміну енергії міжчастинкової взаємодії при фазових переходах кристалічної структури, зокрема при плавленні металів (перетворенні кристалічної структури на хаотичну або сферично-симетричну). Розрахована таким чином питома теплота фазового переходу також досить добре збігається з відомими даними. Наприклад, для заліза ($q_{пл}$ = 2,72·10^5 Дж/кг) теоретична питома теплота плавлення складає (2,50 ÷ 2,89)·10^5 Дж/кг.

У подальшому планується уточнення наведених методик, а також, дослідження інших теплофізичних властивостей речовин на основі отриманих рівнянь.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. M. V. Ushcats, Phys. Rev. Lett 109, 040601 (2012).
2. M. V. Ushcats, J. Chem. Phys. 138, 094309 (2013).
3. M. V. Ushcats, Phys. Rev. E 87, 042111 (2013).
4. A. Z. Panagiotopoulos, Int. J. Thermophys. 15, 1057 (1994).
5. И. Г. Каплан, Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий (Москва: Наука: 1982).
6. J. K. Singh, J. Adhikari, S. K. Kwak, Fluid Phase Equilibria 248, 1 (2006).
7. М. В. Ушкац, Вісник Харківського Національного Університету ім. В. Н. Каразіна 1075, 67 (2013).
8. P. M. Morse, Phys. Rev. 34, 57 (1929).
9. Промышленные печи: Справочное руководство для расчетов и проектирования (Ред. Е. И. Казанцев) (Москва: Металлургия: 1975).

УДК 621.436.038

СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ

Уваров В. А., к.т.н., доц., викладач Авдюнін Р.Ю., студент Григорьєв В.В.
ХФ Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова

Винахід відноситься до галузі двигунобудування, зокрема до конструкції стенду для паливоупорскуючої апаратури ДВЗ, наприклад, для випробування форсунок.

Відомі пристрої, що містять елементи фіксації, зовнішнього статичного навантаження виробу і джерело обробки його імпульсним магнітним полем - а с СРСР №1564835, МКИ В 21 Д 26/14, В 63 Н 1/14 "Спосіб виготовлення деталей". Відомі пристрої, що містять елементи фіксації, внутрішнього статичного навантаження виробу і джерело обробки його імпульсним магнітним полем - Уваров В. А. Підвищення

довговічності елементів суднового комплексу "двигун-гвинт" // Автореферат дисертації на змагання ученого ступеня канд. техн. наук - Одеса ОПМФ, 1992, с 6, с 9.

Недоліками цих пристроїв є те,. що вони не можуть виконати внутрішнє динамічне навантаження виробу і його випробування.

За прототип обрано стенд для випробування паливної апаратури - а с СРСР №322515, МКИ Р02М65/00 "Стенд для регулювання дизельних форсунок".

Недоліком цього пристрою є те, що він не дозволяє поліпшити фізико-механічні характеристики робочих поверхонь.

Причиною, що перешкоджає одночасному виконанню випробувань і зміцненню паливної апаратури є складність блокування стенду і джерела магнітозміцмення, що погіршує умови контролю випробувань у зв'язку з високими масогабаритними характеристиками джерела магнітозміцнення.

В основу цього винаходу покладена задача створення стенду для випробувань паливної апаратури, що дозволив би розширити технологічні можливості пристрою в порівнянні з існуючими стендами, тобто не тільки проводити випробування, але і підвищувати якість випробовуваних виробів.

Пропонується стенд для випробувань паливної апаратури, оснащений джерелом імпульсного магнітного поля, зв'язаним гнучким енергопровідником з виносним соленоїдом, призначеним для розташування в ньому форсунки.

У процесі випробувань на запропонованому стенді можуть бути поліпшені фізико-механічні характеристики робочих поверхонь випробуваних виробів, збільшений ресурс їхньої роботи і поліпшена мікрошорсткість поверхонь за рахунок збільшення радіусів округлень вершин і западин мікронерівностей робочих поверхонь і зняття напруг у металі в результаті обробки імпульсним магнітним полем (ІМП).

На Рис. 1 представлений стенд для випробувань паливної апаратури, на Рис. 2 - варіант фіксації соленоїда на Рис. 1.

Стенд містить стіл 1, на якому розташовані паливний насос 2 з важелем 3, видатковий бак 4 із закріпленим на ньому манометром 5, кронштейн 6 із закріпленими на ньому лійкою 7, кутоміром 8 і форсункотримачем 9, що фіксує форсунку 10 з розпилювачем 11. За допомогою трубопроводів 12 і 13 форсунка 10, манометр 5, паливний насос 2 і видатковий бак 4 зв'язані між собою. Стенд також містить джерело ІМП14, наприклад, установку ОІМП-101, зв’язану гнучким енергопровідником 15, наприклад, кабелем з виносним соленоїдом 16, закріпленим за допомогою регульованих зв'язків 17, наприклад, м'яким дротом на форсункоутримувачі 9, і розташований в столі 1 стенду бак для зливу палива 18.

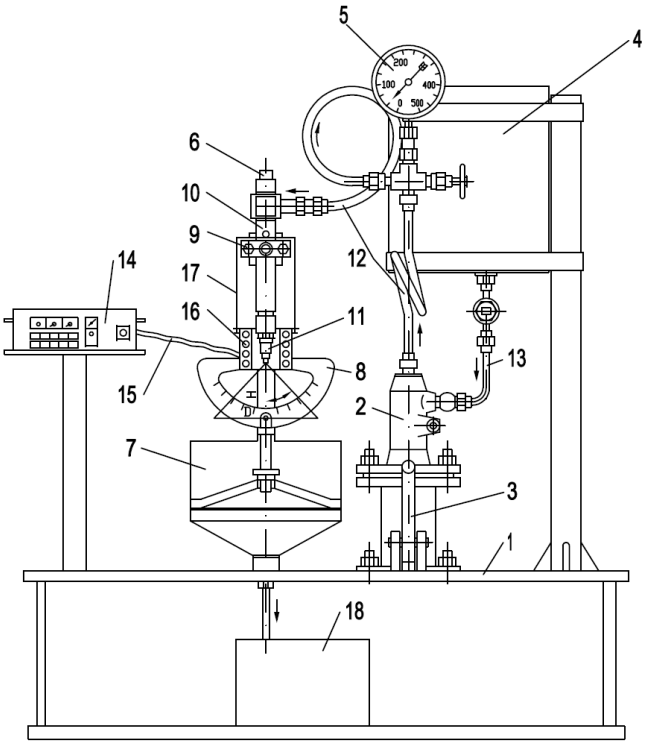


Рис. 1 Стенд для випробувань паливної апаратури

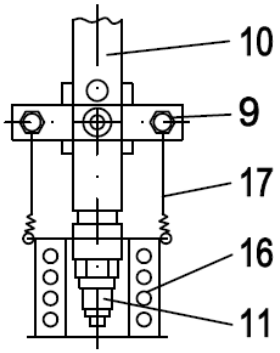


Рис. 2 Фіксація соленоїда

Стенд працює наступним чином. Попереднім переміщенням виносного соленоїда 16 і фіксацією його за допомогою регулюючих зв'язків 17 досягають розташування в його порожнині розпилювача 11. Ввімкненням джерела ІМП14 здійснюють обробку розпилювача 11 імпульсним магнітним полем за допомогою соленоїда 16. Одночасно за допомогою паливного насоса 2 тиск у системі стенда повільно піднімається до величини на 1,5 МПа менше, ніж тиск підйому голки розпилювача, потім робиться 6-8 упорскувань палива. По якості розпилу палива оцінюється стан соплових отворів розпилювача 11. Після закінчення випробувань джерело ІМП14 виключається з мережі, знижується до нуля тиск у системі стенду і виконується заміна розпилювача 11.

Список літератури

Пат. 52099 Україна, F02M65/00. Стенд для випробування паливної апаратури / Сніговський Ф.П., Уваров В.А., Тендітний Ю.Г. ; ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент); ТОВ «Міжнародний науковий комітет».

УДК 621.791

COMPUTER MODELING OF STRESS-STRAIN STATE AT DIFFUSION WELDING

[1]Kvasnitskyy V.F., [2]Matvienko M.V., [1]Ivanova A.G.
[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
[2]Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Determination of stress condition (SC) for the definition of joints quality in the welding process and in the formation of initial stresses in dissimilar joints is important problem of diffusion welding (DW). It has been established that even pressure distribution on all joint area and linear stress-strain state are provided only at welding of details from materials with equal physical-mechanical properties. Real junctions at DW are usually differs on properties, configuration and sizes of connected materials and details. For problem solution computer modeling on the base of finite element method with ANSYS program was used.

Elastic and plastic problem of cylinder-cylinder, spigot-spigot and spigot-flange welding joints have been considered. Linear stress condition forms only at welding of similar materials, identical temperatures and sections have been determined. Combined stress condition with nonuniform distribution of stress on the joint forms has been performed in other cases. The influence of physical-mechanical properties combination: elasticity modulus, yield stress and thermal coefficient of linear expansion on stress-strain state have been investigated.

Value and character of stress and strain distribution on joint area have been determined stressing character (compression, thermocycling, combination of compression with thermocycling) and combination of physical-mechanical properties of connected materials. Research at compression stressing in elastic stage shows that defining factor of stress-strain state formation on joint area is stiffness distinction.

Computer modeling has been carried out in the limits of flexibility and subject for the momentary plasticity with equivalent stresses amount to yield stress.

DW metal deformation occurs on the creep mechanism. Regularities and creep parameters has been determined. Computer modeling of stress-strain state subject to creep strains has been carried out.

From the point of stress-strain state joint stressing by compression and temperature change is most effective in the initial period of junction creation when plastic strains are distributed along joint almost uniformly. On the stand-up stage it is better to apply low compression pressure and thermal stressing which provide not only

localization of plastic creep strains near joint but enough uniform its distribution on all its area. Stand-up duration and compression pressure value is necessary to determine with regard of properties of connected materials (creep resistance).

The results of research have been used for the development of welding technology and construction of metal-ceramic junctions.

УДК 621.791

THE MODIFICATION AND ALLOYING OF SURFACES BY EFFECT OF HIGH-CONCENTRATION ENERGY SURCES AND THEIR INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF METALS

***[1]Kvasnitskyy V.V*, [2]*Kvasnitskyy* V.F.**
[1] National Technical University of Ukraine-Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine
[2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

The high-concentration energy sources find wide application in modern technologies. Ultrahigh speeds of heating and cooling allow to receive unique structures and properties of materials, which radically differ from their structure and properties in initial equilibrium condition, to modify surface, to form special protective and strengthening surface coating.

The structure and hardness of surface coating of steel 10 864, noncorrosive steel and Nickel-base alloys after processing by high-current low-energy electron beam is considered. Generation of electron beam is carried out using plasma cathode. Processing by electron beam of end surface was carried out after turning and burnishing. The methods of optical metallography, X-ray structure analysis, transmission electronic microscopy are used. The parameters of electron beam providing formation of uniform smooth fritted surface coating are defined. The formation of highly dispersed structure of fritted coating with high density of dislocation and it's depending on electron beam energy density are established.

The character and structure base metal subgrains is visible in the researches of fine structure in the gap. Subgaines structure is equiaxed and has accurate compensated subboundaries. Low dislocation density which makes 10^8-10^9 cm^{-2}, is characteristic for internal volumes of grains and subgrains. Dislocations are not observed in separate dislocation grains, dislocation accumulation appears in other grains areas.

Structure and properties of surface coating of fritted metal differ radically from base metal in fine-grained structure, first of all it refers to the grain size changes. Boundaries are friable, uncompensated, which indicates a rather nonequilibrium condition of surface metal coating after surface processing used. Intergranular substructure of different types (cells, fragments, ball structure) is formed in internal volumes of matrix grains. High density of dislocations and marks of active behavior of stress relaxation processes. Identified specific features of fine structure in processed surfaces indicate accumulation of internal stresses on the surfaces after their processing and behavior of active processes of dropping of these stresses, that appears in initiation and movement of slip and twinning systems.

High dislocation density to $2 \cdot 10^{11}$ cm^{-2} and dispersity of structure elements of about 0,15…0,30 micrometer indicate high energetic metal level in surface coating. Besides common increase of density of volume-allocated dislocations and substructure crushing, more active multiple slip of dislocations and intensive twinning appears under processing.

УДК 621.791

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВАЦІЇ ПОВЕРХНІ ЖАРОМІЦНИХ НІКЕЛЕВИХ СПЛАВІВ ПРИ ДИФФУЗІЙНОМУ ЗВАРЮВАННІ І ПАЯННІ У ВАКУУМІ

Квасницький В.Ф., Кушнір В.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Високу жаростійкість нікелевих сплавів газових турбін забезпечують поверхневі оксидні плівки, але вони є бар'єрами, які ускладнюють дифуззійне зварювання і паяння. Це є однією з основних причин з'єднання цих сплавів у високому вакуумі. Застосовують також інші способи активації поверхонь.

Термодинамічні розрахунки показали, що при з'єднанні у вакуумі основними процесами активації поверхонь є дисоціація і сублімація оксидів. Важливим фактором при цих процесах у вакуумі є постійне

видалення продуктів реакцій та мінімальне натікання повітря в робочу камеру. Це підтвердили і експериментальні дослідження.

Для визначення впливу зазначених факторів і температури процесу на активацію поверхонь жароміцних нікелевих сплавів розроблено спеціальний пристрій, який за допомогою світло- і фотодіодів опромінює поверхню і визначає її відбивну здатність. Результати вимірів фіксуються на комп'ютері у вигляді кривих.

Для визначення більш ефективного процесу активації розраховували фактичну спорідненість елементів сплаву до кисню та ймовірність досягнення умови дисоціації оксидів, а також швидкість та умови сублімації оксидів на поверхні сплаву.

Досліджено вплив вакууму і величини натікання кисню в робочу камеру.

Дослідження показали, що неможна нехтувати також процесом розчинення кисню в сплаві.

Розроблений прилад використовується як в навчальному процесі, зокрема в лабораторній роботі по дисципліні «Поверхневі фізико-хімічні процеси» та в наукових роботах.

УДК 621. 791. 3

СОЕДИНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАСПЛАВЛЯЮЩИХСЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОСЛОЕК

[1]Квасницкий В.Ф., [2]Квасницкий В.В., [1]Бугаенко Б.В., [1]Литвиненко Д.С.
[1]Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина
[2]НТУУ «КПИ», Киев, Украина

Развитие материаловедения способствует созданию более эффективной техники и усовершенствованию существующей. Созданы новые материалы, например, обеспечивающие повышение рабочих температур газовых турбин и их коэффициентов полезного действия, а, соответственно, мощности и снижения массово-габаритных характеристик. Созданы изделия из композиционных, монокристаллических материалов, а также материалов, получаемых методами порошковой металлургии. Такие материалы разрушаются при сварке плавлением. Поэтому возможны только два способы их соединения – сварка в твёрдом состоянии и пайка. Более универсальным является соединение с использованием расплавляющихся прослоек, который в литературе обычно называют пайкой.

Наличие в соединении прослойки припоя (металл или сплав с более низкой температурой плавления, а соответственно и механическими свойствами) снижает работоспособность изделий, особенно эксплуатируемых при высоких температурах. Повышение работоспособности соединений может достигаться гомогенизацией соединения и прежде всего снижением концентрации депрессанта, которая всегда остается самой высокой в центре прослойки.

Исследования соединений жаропрочных сплавов с расплавляющейся прослойкой показали, что их гомогенизация может достигаться за счет «рассасывания» депрессанта путем диффузии и тогда необходимо стремиться иметь минимальную толщину прослойки, выдавливая её после активации поверхности, или при невозможности сжатия обеспечивать растворение припоем основного металла, что снижает концентрацию депрессанта в зоне стыка, но увеличивает толщину прослойки. Во втором случае необходима ещё последующая термическая обработка для повышения жаропрочности соединения.

С увеличением величины зазора изотермическая кристаллизация расплава может происходит не по всей толщине прослойки и ее состав, близкий к начальному может оставаться в центре прослойки. Для его вытеснения достаточно создать небольшое давление сжатия.

Таким образом, при одной и той же прослойке роль рассмотренных процессов может существенно изменяться. Такие технологии имеют общее название TLP-соединение (Transient Liquid Phase Bonding [transient likwid feiz bonding] – соединение через жидкую фазу).

УДК 621.791.754.4

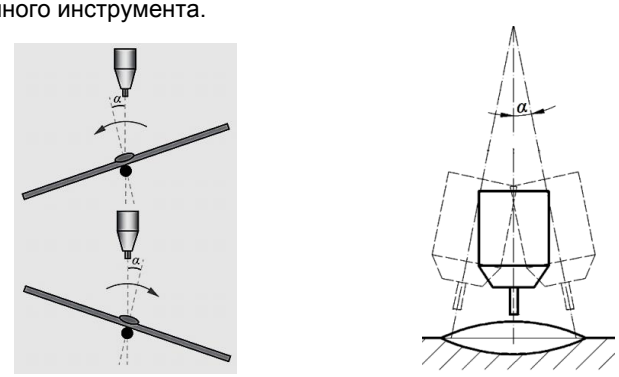
ГОРЕЛКА ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ С МЕХАНИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ

Драган С. В., канд. техн. наук, проф. НУК, Симутенков И. В., канд. техн. наук,
Национальный университет кораблестроения, г. Николаев,
Лебедев В. А., докт. техн. наук,
ОКТБ ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, г. Киев

Сварка плавящимся электродом в инертных и активных газах является одним из наиболее распространенных способов дуговой сварки. На долю постоянно обновляемого и усовершенствованного оборудования для данного способа сварки приходится более 40 % мирового рынка сварочного оборудования [1]. Стремление разработчиков удовлетворить возрастающие требования потребителей к качеству и эффективности технологии автоматической сварки в защитных средах стимулирует активную разработку и внедрение средств управления процессами формирования геометрии и структуры сварного шва, в том числе путем воздействия механическими колебаниями на сварочную ванну (и) или электродную проволоку [2,3].

Механизм воздействия на расплав сварочной ванны за счет механических низкочастотных колебаний основан на изменении длины дугового промежутка при колебаниях обрабатываемой детали или сварочной горелки. При этом изменяются сила и плотность тока в дуговом промежутке, определяющие тепловложение в сварочную ванну, что влечет за собой изменение структуры металла, размеров шва, остаточных деформаций и напряжений в зоне сварки или наплавки [4, 5].

Схемы, приведенные на рис.1 иллюстрируют характер изменения длины дугового промежутка путем колебания изделия или сварочного инструмента.

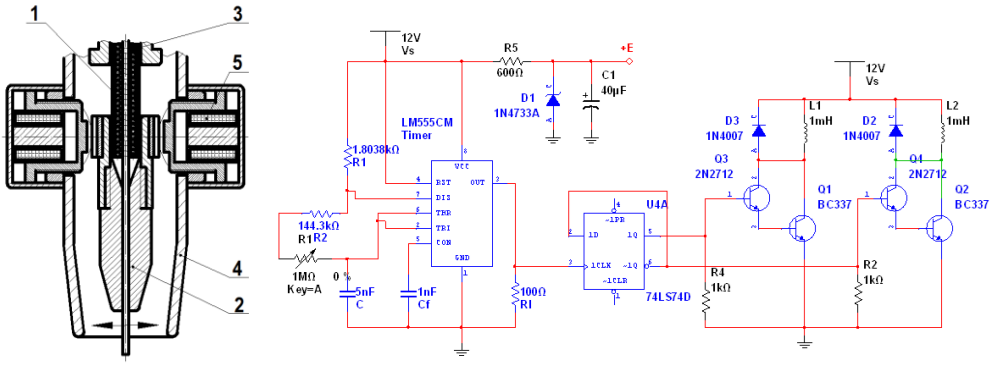


а ***б***

Рис. 1 Принципиальная схема воздействия механических колебаний на сварочную ванну путем отклонения на угол *α* изделия - ***а*** или сварочной горелки – ***б***

Осуществляя процесс сварки по приведенным схемам, можно добиться формирования желательной структуры металла шва и управлять геометрией наплавленного валика. При этом перспективным техническим решением схемы на рис.1,б может служить устройство для создания колебаний электродной проволоки внутри сопла горелки при сохранении заданной траектории движения сварочного инструмента.

Принципиальная конструкция устройства представлена на рис.2,а, а одна из возможных схем управления частотой колебаний электродной проволоки в диапазоне 1…100 Гц – на рис. 2,б.



а ***б***

Рис. 2 Принципиальная конструкция горелки с внутрисопловыми колебаниями электродной проволоки – ***а*** и электрическая схема управления частой колебаний – ***б***

Колебания электрода в сопле горелки создаются за счет притягивания подвешенного на металлическом шланге 1 и оснащенного ферромагнитным кольцом мундштука 2 с проходящей через него электродной проволокой 3, поочередного к левому и правому электромагнитам 5, питаемым от платы управления. После отключения питания металлический шланг 1 под действием сил упругости возвращается в нейтральное положение. Частота поперечных колебаний определяется частотой переключения тока на катушках электромагнитов, а амплитуда - величиной зазора между ферромагнитным кольцом, закрепленным на мундштуке, и полюсами каждого электромагнита. Стабильность направления колебательного движения торца электродной проволоки 3 обеспечивается направляющими, закрепленными на внутренней поверхности сопла 4.

Благодаря колебаниям электрода с регулируемыми параметрами (частотой и амплитудой) тонкий слой расплавленного металла принудительно отделяется от торца электродной проволоки и в виде капель, размер которых определяется параметрами колебаний, переносится в сварочную ванну под действием силы тяжести и электродинамических сил в сварочной дуге. При этом реализуется возможность повышения производительности сварочного процесса и активного управления размерами наплавленного валика при дуговой сварке или наплавке плавящимся электродом в защитных газах.

Наряду с этим обеспечивается высокая, по сравнению с известными механизмами колебания сварочной горелки, надежность работы колебательного устройства разработанной конструкции вследствие отсутствия элементов, соединенных между собой узлами трения, а также упрощается настройка и изменение параметров колебательного процесса.

Выводы:

1. Низкочастотные механические колебания электродной проволоки при сварке или наплавке плавящимся электродом служат средством управления структурой наплавленного метала, геометрией сварного шва и производительностью сварочного процесса.
2. Разработанная конструкция сварочной горелки с встроенным устройством создания механических колебаний электродной проволоки может быть использована в установках для автоматической сварки или наплавки в защитных газах.

Список литературы:

[1]. **Маковецкая, О. К.** Основные тенденции на рынке сварочной техники в 2008-2011 гг. и прогноз его развития (Обзор) [Текст] / О. К. Маковецкая // Автоматическая сварка - 2012. – № 6. - С. 44 – 50.

[2]. **Лебедев, В.А.** Математическая модель процессов сварки и наплавки с управляемыми изменениями вылета электродной проволоки. [Текст] / В.А Лебедев, С.В. Новиков, С.В. Драган, И.В. Симутенков // Збірник наукових праць НУК. -2017. - № 1. – С. 48 – 54.

[3]. **Лебедев, В. А.** Управление формированием структуры шва при воздействии низкочастотными механическими колебаниями на расплав сварочной ванны (обзор и анализ) Текст] / В. А. Лебедев, С.В. Драган, С.В.Новиков, И. В. Симутенков, // Збірник наукових праць НУК. - 2017. - № 3. – С. 11-18.

[4]. **Драган, С. В.** Влияние высокочастотных колебаний электрода на геометрию проплавления при автоматической наплавке под флюсом. [Текст] / С. В. Драган, И. В. Симутенков, Ю. А. Ярос, В. Я. Трембич // Судостроение и морская инфраструктура. - 2015. - № 1 (3).- С. 76 – 86.

[5]. **Морозов, В. П.** Влияние внешнего пульсирующего источника тепла на расплавленный металл сварного шва в процессе его кристаллизации с целью эффективного управления структурообразованием / В. П. Морозов // Наука и Образование Электронный журнал. - 2010. - № 10. Режим доступа: http://technomag.edu.ru.

AUTOMATIC ARC FOR DEEP UNDERWATER WELDING WET PROCESS IN THE CONDITIONS OF A RIGID SPACE IS LIMITED

V.A. Lebedev, Ph.D.,

THE E.O. PATON ELECTRIC WELDING INSTITUTE OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

The method of mechanized arc welding wet process equipment and cored wire for its implementation have been proposed in the PWI. EO Paton and currently receive development in various fields. This are repair ships, submarines product pipelines, ports and other underwater structures.

An urgent task is to perform works on the inside welding riser facilities steel plugs with sealing oil and gas wells, their conservation, disrepair or technological necessity. These works are carried out at different distances from the surface of water or a water-soluble medium angled circular welds on a wide enough gap. Thus, as a rule, the inner diameter of the pipe where the weld must not exceed 120 ... 130 mm

In order to solve such complex problems in the E.O. PATON ELECTRIC WELDING INSTITUTE OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE developed a unique and unparalleled machine, with which you can provide a weld stub to the inner surface of the pipe at a distance of welding an object at a distance of more than 200 M.

Figure 1 shows a schematic design of the machine for deep underwater wet welding. The machine is a tubular metal structure that combines the following main components: supply module welding wire, welding head rotation unit (feeder), the contact module assemblies. Feed and rotation unit module are based on gearless computerized electric DC motors as part brushless with the transfer of rotary motion to the feed roller.

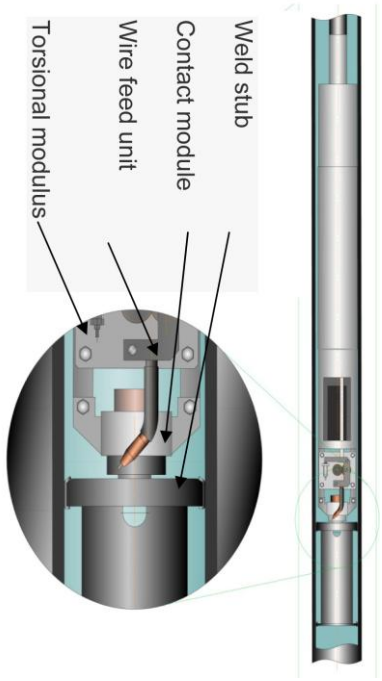


Fig. 1. Machine for deep underwater wet welding

Feed module comprises clamping device electrode wire, with the guide channel of the mouthpiece and the current-carrying tip. Additionally, the module includes an original design vibrational mouthpiece, which is caused by the presence of sufficiently large gap between the welded cap and the inner surface of the tube with one hand and the inability to significantly increase welding modes due to possible overheating of the machine components and burn-through of the pipe wall. We resolved a number of challenges for the management of the welding cycle without the use of special sensors.

It should be noted the complexity of the supply problem and sealing of welding cables and control cables. Most of predetermined length of the need to develop technical solutions for their rapid docking with automatic systems and sealing. This special deep-sea connectors and flooded low-melting coupling dielectrics.

The machine complex, shown schematically in Figure 2, includes: welding power source, welding cable with wires and cables Interference management and regulation, automatic uncoiler cable, as well as control and regulation system.

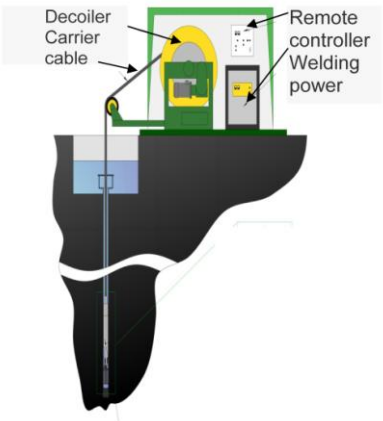


Fig.2. Full range of machine for deep underwater wet welding

Analogues of these developments, there is also no

When you create a unique machine required the development of special welding power source, which is able to compensate for the drop in the welding voltage when it is transferred to a considerable distance.

The ability to transfer the welding current control signals and regulation, provided the only correct technical solution to work in a confined space is hard to unite all the electrical circuits in the same cable, which, moreover, must be load-carrying, to withstand the machine weight of its own weight, as well as to overcome the resistance of the medium in the hydrostatic stage dive and retrieve.

In industry, there are no cables that can meet such complex requirements. Solve all the problems defined above was made possible with the development of targeted cable.

Decoiler cable as the original design designed for storing, transporting, lifting and lowering the welding machine in the pipe to a depth of 250 m. The rotational motion of the shaft to the drum with adjustable frequency is performed by a controlled frequency electric drive with induction motor.

Uncoiler is equipped with a device cable clear direction at the mouth of the pipe sensor with incremental path. Decoiler includes its own local management and control system that allows to manage both the direction of rotation of the drum, and the frequency of its rotation with clearly specified fixation.

The control system is designed to control the direction of rotation of the adjustment mechanisms of electric wire feed and rotation, establishing (setting) the wire feed speed and welding movement (rotation of the feeder). Control system is based on the cycles of the welding control unit, which can be several, and which differ in the way the arc welding and weld crater. The module is based on the programmable controller. The structure of this system also includes a controller module motor control machine with the ability to install and control the rotational frequency of the shaft, as well as control of the welding cycle. Each module is equipped with its own power supply stabilized.

Real components and complex machine are presented in Figure 3 (photos).

Figure 3. The actual components and machine complex for deep underwater welding

The complex has passed industrial approbation on the subject «GFE», London.

The results showed that the use of special welding machine allows for reliable sealing of the heat exchanger tubes of energy saving systems at depths of up to 230 250 M, to reduce time losses during the work on its sealing, efficient use of the mounting area, reduce financial costs.

Implementation of a unique, unparalleled in the world, it was possible to develop a comprehensive approach to solving the complex technical and technological challenges, based on years of experience PWI. EO Paton. We used the development of special electrode materials, equipment and technologies for their effective application.

Resulting in the development and implementation of the described machine is the basis for the development of machines of other assignments, such as plug tubes of oil and gas fields, as well as the cutting of the pipe.

УДК 621.791.011

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА СТЫКОВЫХ ШВОВ ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОЗИРОВАННОЙ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ

Лебедев В. А., докт. техн. наук, Жук Г.В.,
ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, г. Киев,
Драган С.В., канд. техн. наук, проф. НУК,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Цель настоящей работы - рассмотрение возможностей применения новых разработок механизированного оборудования (полуавтоматов) для решения задач сварки стыковых соединений листовых металлоконструкций типа крупногабаритных хранилищ нефтепродуктов, палубных настилов корпусов судов, стенок, полов и крыш вагонов и др. Среди указанных типов листових металлоконструкций часто встречаются такие, которые вследствие их сложной конфигурации, невозможности установки формирующих подкладок и других причин не могут быть сварены автоматическими сварочными системами. Ручная же дуговая сварка не обеспечивает нужной производительности и качества выполнения работ. В этом случае наболее эффективным способом является механизированная сварка.

Для монтажных стыковых соединений предпочтение следует отдавать порошковым самозащитным электродным проволокам [1], однако при выполнении сварки без разделки кромок или некачественной сборки возникает ряд дефектов: прожоги метала, неравномерное проплавление, коробление конструкции. Вследствие этого снижается механическая прочность соединений или требуется привлечение дополнительных средств для правки конструкции.

Современное механизированное оборудование, разработанное в ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины с быстродействующими компьютеризованными механизмами подачи электродной проволоки [2] позволяет не только снизить энерговложение в свариваемую конструкцию но и стабилизировать ток дуги за счёт выбора параметров обратных связей. Эти разработки могут быть использованы для получения стыковых швов листовых металлоконструкций.

Для определения возможности качественного формирования стыковых швов был проведен ряд экспериментальных сварок с использованием порошковой самозащитной проволоки в нижнем и вертикальном положении. При этом сравнивались результаты сварки с конвенциальной и управляемой дозированной подачей электродной проволоки. Использовались режимы сварки, которые обеспечивали достаточную производительность процесса. Сварку выполняли на образцах из конструкционной стали, обычно применяемой для изготовления настилов морских платформ. При этом учитывали, что в реальных условиях используется сталь толщиной 5-6 мм во избежание интенсивного коробления в процессе сварки Расчетная же толщина настила меньше. Таким образом, очевидно, что в случае обеспечения качественной сварки стыков листов меньшей толщины в значительной мере может быть достигнута экономия материальных ресурсов.

Опыты по сварке проводили с использованием полуавтомата, оснащённого безредукторным роликовым механизмом подачи на основе специализированного вентильного электродвигателя с компьютеризованной системой управления и регулирования. В систему управления электродвигателя введена информационная обратная связь по току дугового процесса. В полуавтомате использован шланговый держатель длиной 1,8 м. Эта длина, согласно выводам работы [3], не оказывает существенного влияния на форму импульса дозированной подачи электродной проволоки. Следует напомнить, что параметры дозированной подачи определяются значениями минимального $I_{св\,\min}$ и максимального $I_{св\,\max}$ тока дугового процесса, а также скоростью подачи проволоки в импульсе $v_{им}$. Напряжение сварочного процесса выбирали по рекомендациям производителей электродной проволоки для определённого значения сварочного тока $I_{св\,ср} = f(U_{св})$, которое, в свою очередь определяли как средняя его величину $I_{св\,ср} = (I_{св\,\min} + I_{св\,\max})/2$.

Сравнительные результаты сварки при свободном формировании шва (без подкладок) в нижнем положении стыковых швов порошковой самозащитной электродной проволокой диамером 1,6 мм представлены на рис. 1 фрагментами швов. Среднее значение тока $I_{св\,ср}$ = 180…200 А, напряжение на дуге $U_д$ = 27 - 28 В. Скорость подачи проволоки в импульсе $v_{им}$ и значения $I_{св\,\min}$, $I_{св\,\max}$ настраивались на получение вышеуказанного среднего значения тока. При сварке с конвенциальной подачей проволоки использовали прижим свариваемых пластин к подкладке для исключения коробления деталей.

В процессе исследований отмечено, что при механизированной сварке, которую выполняет опытный сварщик-полуавтоматчик с использованием системы конвенциальной подачи электродной проволоки не

удается получить качественное сварное соединение с обеспечением гарантированного проплавления. Используя дозированную подачу, сварщик достигает необходимого эффекта даже при достаточно большом (≥ 2,0 мм) сборочном зазоре. Это свидетельствует о стабильности параметров сварочного процесса, в частности тока дуги. При колебаниях горелки шлангового держателя ток сварочного процесса остается стабильным.

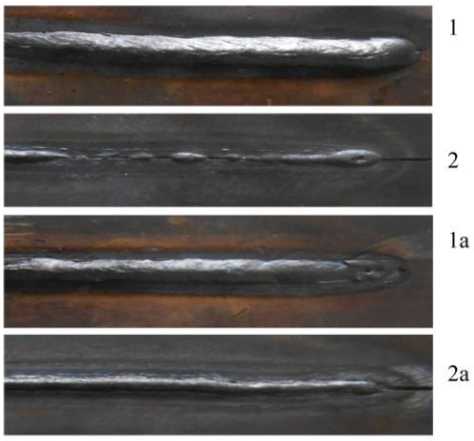


Рис. 1. Фрагменты сварки стыков пластин в нижнем положении: 1, 2- сварка с конвенциальной подачей проволоки, наружный вид и обратная сторона соответственно; 1а, 2а - сварка с дозированной подачей, наружный вид и обратная сторона соответственно

Также замечено, что при сварке или наплавке с дозированной подачей порошковой электродной проволоки можно получить процесс как с короткими замыканиями дугового промежутка, так и без них. Такой эффект получен и применён впервые для этого типа проволок. Эту особенность процесса можно с успехом использовать для выполнения наиболее проблематичного соединения - стыкового горизонтального на вертикальной плоскости.

Сварка горизонтальных швов на вертикальной плоскости с конвенциальной подачей не обеспечивает формирования лицевого вида шва – наблюдается периодическое смещение и даже стекание ванны жидкого металла. Качество сварки с дозированной подачей порошковой электродной проволоки обеспечивается непосредственным принудительным переносом капель электродного металла в ванну в цикле импульса подачи.

Оборудование для сварки с дозированной подачей базируется на применении современных украинских разработок узлов подачи электродной проволоки и самых простых конструкций источников сварочного тока.

Список литературы:

[1]. **Мартин, Д. Хусман**. Порошковые проволоки – альтернатива штучным электродам и сплошной проволоке [Текст] / Мартин, Д. Хусман // Сварочное производство.-1996.- № 1.- С.34-38.

[2]. **Лебедев, В. А.** Механизированная дуговая сварка и наплавка в потолочном положении с дозированной подачей электродной проволоки [Текст] / В. А. Лебедев, Г.В. Жук // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2017, № 3.- С.2-6.

[3]. **Лебедев, В.А.** Влияние направляющего канала сварочного полуавтомата на параметры импульсной подачи электродной проволоки [Текст] / В. А. Лебедев // Автоматическая сварка.-1999.- № 2.- С. 45-48.

УДК 621.791

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ СТЕПЕНИ РАЗБРЫЗГИВАНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ НАПЛАВКЕ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ПОПЕРЕЧНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ СВАРОЧНОЙ ВАННЫ

Лебедев В. А., докт. техн. наук, Новиков С.В.,
ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, г. Киев

При наплавке в углекислом газе один из основных недостатков - повышенная степень разбрызгивания жидкого металла сварочной ванны. Этот недостаток проявляется ещё более существенно в условиях колебаний сварочной ванны, создаваемых искусственно по известному закону. Так как процесс наплавки является периодическим процессом, обусловленным характером переноса металла, выдвинута гипотеза возможности контроля степени разбрызгивания на основе контроля длины дуги и, соответственно, тока

короткого замыкания путём определения частоты коротких замыканий посредством заданных частотных характеристик колебаний сварочной ванны.

Теоретически получены зависимости величины силы тока $I_д$ от длины дуги за время формирования капли $t_д$ и величины плотности тока j от длины перемычки за время её существования $t_{кз}$ [1]. Тогда частота модулированного тока $f_{мт}$ задаётся совокупностью уравнений (рис.1):

$$\begin{cases} f_{мт} = \dfrac{1}{t_д + t_{кз}} \\ I_д = I_{кз} - D\left(atg(2\pi f_в t_д) e^{-\frac{t_{СР}}{\theta}} \right)^{\frac{3}{8}} \\ j = \sqrt{3}\dfrac{n e_{эл} \lambda}{atg(2\pi f_в t_{кз}) e^{-\frac{t_{СР}}{\theta}} K} \end{cases}$$

где $t_д$ – время горения дуги до короткого замыкания, $t_{ср}$ – время саморегулирования дуги, $t_{кз}$ – время короткого замыкания, $I_д$ – ток дуги, $I_{кз}$ – ток короткого замыкания, D – экспериментально определяемый коэффициент пропорциональности, a – амплитуда колебаний сварочной ванны, θ – постоянная саморегулирования дуги, j - плотность тока короткого замыкания, n – любое натуральное число, увеличивающееся по мере роста j, $e_{эл}$ – заряд электрона, λ – коэффициент теплопроводности, K – постоянная Больцмана.

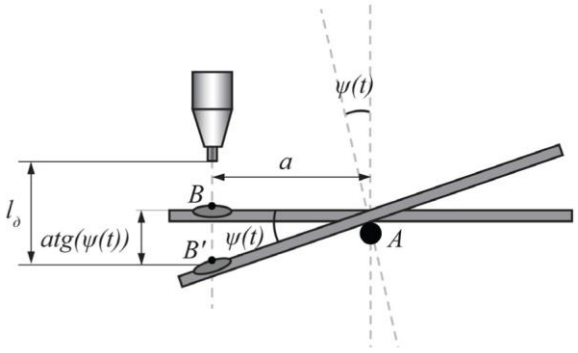


Рис. 1. Схема к пояснению зависимости длины дуги от частотных характеристик колебания сварочной ванны. Здесь ψ(t) = 2πfвt

Известно также, что в последнее время для контроля тепло- массопереноса в сварочную ванну широко применяются регуляторы с оптимальными алгоритмами регулирования (ПИ, ПИД, П) параметров технологического процесса [2]. Однако, можно существенно повысить эффективность типовых алгоритмов незначительно их видоизменив таким образом, чтобы регулирование осуществлялось не по текущему значению выходной величины – $I_д(t)$, а по прогнозу - $I_д(t+\tau_{пр})$, где $\tau_{пр}$ – время, через которое возникнет ошибка регулирования $\varepsilon_{пр}$ [3].

Прогностический регулятор состоит из 2 – х частей – регулятора с типовым законом регулирования $W(p)$ и передвключённого элемента прогнозирования с передаточной функцией $W_{пр}(p)$ или некоторой нелинейной функцией $f(I_д,t)$. Элемент имеет память, в которую вводится заданный линейный закон изменения тока дуги – $I_д^{o}(t)=At+I_o$, где A и I_o заданные постоянные. Экспериментально установлено, что в момент роста капли ток в дуге меняется по линейной зависимости. Если в этот период скорость подачи электродной проволоки снизить до нуля, то время существования жидкой перемычки уменьшится в 1,7 раза по сравнению с режимом наплавки с постоянной скорости подачи проволоки.

Определяя значение разности $I_д^{o}(t)-I_д^{тек}(t)$, где $I_д^{тек}(t)$ – закон изменения текущего значения регулируемой величины, элемент прогнозирования преобразует значение этой разности в сигнал ожидаемой через время $\tau_{пр}$ ошибки регулирования $\varepsilon_{пр}= I_д^{o}(t)-I_д(t+\tau_{пр})$, по которой, в соответствии с принятым типовым законом, формируется регулирующее воздействие $\mu = \begin{cases} 0; \varepsilon_{пр} = 0; V_{пэ} \neq 0 \\ f(t); \varepsilon_{пр} \neq 0; V_{пэ} = 0 \end{cases}$,

где $V_{пэ}$ – скорость подачи электродной проволоки; $f(t)$ – заданный алгоритм регулирующего воздействия.

Подставляя в уравнение для $I_д$ вышеуказанной системы выражение $I_д^{o}(t)=At+I_o$, можно записать:

$$A\tau_л + I_0 = I_{кз} - D\left(atg(2\pi f_{св}\tau_л)e^{-\frac{t_{ср}}{\theta}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

Отсюда можно определить $\tau_л$ – отрезок времени горения дуги, в течение которого происходил рост капли ($t_д > \tau_л$). Данное уравнение относительно $\tau_л$ является трансцендентным и может быть решено только приближённо.

С учётом вышеизложенного, для простейшего линейного прогноза передаточная функция в общем виде будет такой: $W_{пр}(p)=1+p\tau_{пр} = 1+p(\tau_л+mT)$, где p – комплексная переменная, $T = \tau_л + \tau_{кз}$ – период горения дуги (здесь $\tau_{кз}$ – время короткого замыкания), m – любое натуральное число. Время $\tau_{кз}$ определяется из третьего уравнения вышеуказанной системы:

$$\tau_{кз} = \frac{1}{2\pi f_в} arctg\left(\frac{\sqrt{3}ne_{эл}\lambda}{aje^{-\frac{t_д}{\theta}}K}\right)$$

Тогда передаточная функция, например, прогностического ПИД регулятора будет представлена таким выражением:

$$W^{пр}{}_{ПИД}\ \ p\ = W_{ПИД}(p)W_{пр}(p) = k_p\left(1+\frac{1}{T_И p}+T_Д p\right)(1+p(\tau_Л + m(\tau_Л + \tau_{кз}))),$$

где k_p – коэффициент передачи регулятора, $T_И$ - постоянная времени интегрирования, $T_Д$ - постоянная времени дифференцирования.

Список литературы:

[1]. **Лебедев, В. А.** Математическая модель процессов сварки и наплавки с управляемыми изменениями вылета электродной проволоки [Текст] / В. А. Лебедев, С. В. Новиков С. В. Драган, И. В. Симутенков // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв, 2017. – № 1. – С. 48 – 54.

[2]. **Ротач, В. Я.** Теория автоматического управления / Учебник для вузов. [Текст] / В. Я. Ротач - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 399 с.

[3]. **Пикина, Г.А.** Реализация принципа управления по прогнозу в автоматических системах регулирования / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2014, Москва). [Текст] / Г. А. Пикина - М.: Институт проблем управления, 2014. - С. 200-211.

УДК 961.212:016

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ОТЛИВОК ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

Самохин М.С., инженер-технолог
ГП НПКГ «Зоря-Машпроект», г. Николаев

Расширение номенклатуры литых деталей из высокохромистых жаропрочных никелевых сплавов (ЖНС) и необходимость продления их ресурса в газотурбинных двигателях требуют разработки и применения технологий , учитывающих свариваемость материалов данного класса [1,2].

Исследовано влияние структуры литых заготовок и лопаток после наработки в составе двигателя из сплавов ЭК9-ВИ, IN738LC, ЧС70-ВИ, ЧС88-ВИ, ЧС88У-ВИ, ЧС104-ВИ на их стойкость к образованию трещин при аргонодуговой сварке и наплавке. После литья для структуры указанных сплавов характерно присутствие на границах зерен крупных дефектов структуры в виде колоний эвтектической γ'-фазы и грубодисперсных карбидов на основе $Cr_{23}C_6$. После наработки в основном металле возможно присутствие пластинчатых выделений δ-фазы или других топологически плотноупакованных (ТПУ) фаз, а также сплошных зернограничных пленок из карбидов $Cr_{23}C_6$ и γ'-фазы. Согласно данным рентгеноспектрального анализа, образованию структурных дефектов способствует наличие в межкристаллитных объемах отливок повышенных концентраций, в первую очередь легирующих элементов сплавов, таких как Nb, Ti, Hf, Si, Zr, Al, C, B, Y. Химическая неоднородность ликвирующих элементов в ЖНС, а также присутствие на границах зерен включений карбидов, δ- и ТПУ-фаз несовершенной формы, крупных колоний эвтектической γ'-фазы способствует образованию трещин при сварке и наплавке.

Ремонту лопаток предшествует тщательный отбор и анализ структурного состояния основного металла и защитных покрытий в отдельных участках лопаток методами электронной и оптической микроскопии. На оптических микроскопах определяют общее состояние металла, наличие трещин, δ- и ТПУ-фаз, толщины наружных и внутренних покрытий, степень их деградации. На электронных микроскопах определяют равномерность распределения упрочняющей γ'-фазы и ее размеры. При этом, также, исследуют строение межкристаллитных участков металла лопаток, определяют наличие пористости и карбидных прослоек. Результаты микроструктурного анализа являются основой для назначения восстановительной термообработки. Как правило, структурные дефекты и поверхностные повреждения при эксплуатации литых лопаток получают свое развитие и сосредотачиваются по перу лопатки, а также на поверхностях верхнего торца, бандажных полок и в местах упрочняющих наплавок.

При аргонодуговом и электроннолучевом способе ремонтной сварки и наплавки литых заготовок и деталей из высокохромистых ЖНС максимальный уровень трещиностойкости металла соединений получается при условии термообработки основного металла перед сваркой по режиму гомогенизации. Установлено, что на стойкость ЖНС к образованию трещин при аргонодуговой наплавке и сварке имеет соотношение в сплавах значений фазовых превращений $T_{п.р.\gamma'}$, $T_{эвт.}$ и T_c . С понижением в жаропрочном сплаве значений $T_{п.р.\gamma'}$ относительно значений $T_{эвт.}$ и T_c , его свариваемость и стойкость против образования горячих трещин улучшается благодаря формированию в околошовной зоне пластичного слоя γ_{NiCr} . По параметрам фазовых превращений исследованные высокохромистые ЖНС в порядке улучшения свариваемости можно расположить в ряд ЭК9-ВИ, IN738LC, ЧС88У-ВИ, ЧС70-ВИ, ЧС104-ВИ.

Для сварки и наплавки ЖНС с $T_{эвт.}$ (T_c) < $T_{п.р.\gamma'}$ эффективно применение новой присадки на основе сплава ЧС104-ВИ с цирконий-содержащей эвтектической фазой СМ 104-КЦр. Благодаря присутствию цирконий-содержащей эвтектики, достигается ее межзеренная инфильтрация в свариваемый сплав на глубину до 150 мкм при аргонодуговом нагреве и до 350 мкм при электроннолучевом нагреве. При этом в зоне сплавления устраняются структурные дефекты литого металла по границам зерен, растворяются и измельчаются грубодисперсные карбиды и крупные колонии эвтектики γ+γ' . Более низкая, чем у основного металла температура плавления (~1100^{0}C) комплексно-легированной эвтектики с цирконием, обеспечивает подпитку жидкой фазой межкристаллитных участков зоны сплавления из шва на заключительном этапе кристаллизации металла. Это способствует понижению уровня остаточных напряжений в наплавленном металле и в ОШЗ, улучшает качество сварки и наплавки ремонтных участков лопаток высокохромистых ЖНС до уровня основного металла.

Благодаря присутствию циркония и понижению температуры плавления присадки СМ 104-КЦр процесс наплавки или сварки переходит в пайку с дуговым или электроннолучевым нагревом. В условиях производства отработаны режимы аргонодуговой и электроннолучевой пайки и наплавки, применительно к исправлению дефектов крупногабаритных (высота пера более 150 мм) лопаток из высокохромистых ЖНС после литья или наработки ресурса. Освоена электроннолучевая пайка пакетов сопловых лопаток первой ступени из сплава ЧС104-ВИ.

Список литературы

1. Технологические особенности аргонодуговой сварки и пайки при ремонте литых лопаток из сложнолегированных высокохромистых никелевых сплавов/М.С. Самохин, Г.Ф. Мяльница, В.А. Крещенко и др.//Автоматическая сварка.-2004.-№4.-С.44-49.
2. Технология пайки электронным пучком сопловых пакетов литых лопаток/ В.Ф. Хорунов, Ю.В. Бутенко, М.С. Самохин, С.М. Самохин// Сварка и родственные процессы в промышленности: Доклады науч.-практ. Семинара.-Киев: Экология, 2006. –С.50-51.

УДК 621.791.923.6

KMKhS WEAR –RESISTANT ALLOY ADHESIVE ACTIVITY RESEARCH

A. Kostin, PhD, Associate Professor
V. Martunenko, PhD, Associate Professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, Ukraine

ChS88U-VI heat –resisting alloys are used for ship turbine blades production. They are strengthened by use of the dispersed discharges of γ′-phase Ni_3(Al, Ti),which has possibility of coagulation at the process of the contact interaction at high temperatures. It initiates the processes of the surface coating oxidation and intensifies its rupture. That's why, the protection of the gas turbine engines blades contact surfaces from wear is the actual task of shipbuilding.

The well-known wear-resistant materials for gas turbines are classified into two groups according to the melting temperature: up to and more than 1220±10ºC (temperature of the irreversible softening). The most difficult problem is the development of the alloys with melting temperature which is equal up to 1220±10ºC. It provides the possibility of their application on the working surfaces in liquid state. In this case, their high adhesive activity is required.

KMKhS is the advanced wear –resistant material. It has been developed at Admiral Makarov National University of Shipbuilding. Its chemical composition is shown at table1.

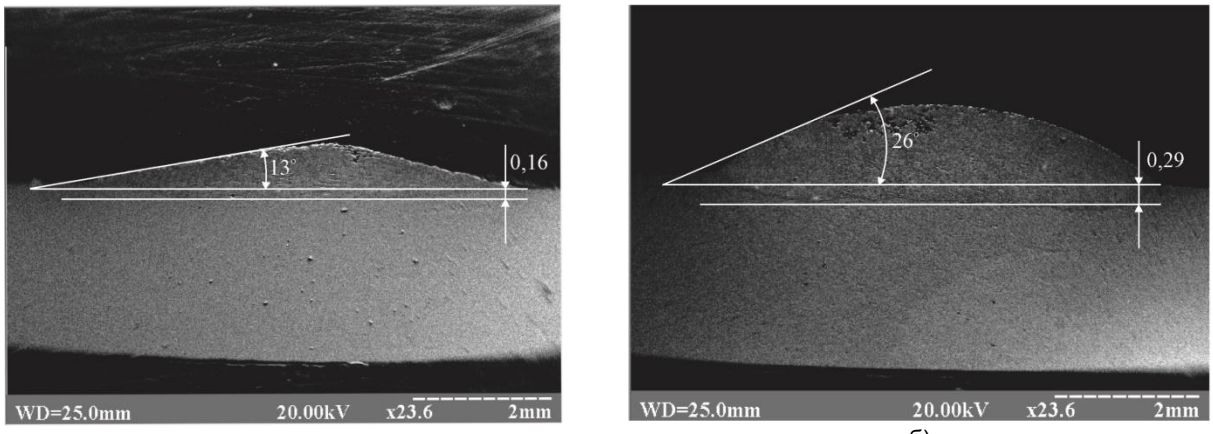
Table 1. KMKhS alloy properties[1]

Alloy brand	Chemical composition, % mass.							Melting temperature, ºC
	Co	Cr	Mo	Si	B	Ni	Cr_3C_2	
KMKhS	base	17-18	27-28	2,8-3,2	0,8-1,2	2,8-3,2	1,9-2,1	1165^{+5}

In this work the processes of KMKhS wear-resistant alloy interaction at its overlaying welding into VZh-98 and ChS88U-VI alloys have been researched.

In whole, during transformation from VZh-98 alloy to ChS88U-VI alloy, the intensification of the alloying material and base interaction processes is executed. It is explained by increase of number and quantity of the interacted alloying elements and the possibility of the additional eutectic reactions execution accordingly. This aspect has been confirmed by form of the line of the alloying materials expansion on the researched wear-resistant alloys. At Fig.1 (a), it is clear shown that, as example, at temperature 1190°C KMKhS alloy is spreading easily on the surface of VZh-98 wear-resistant alloy and it interacts with this alloy very easily. At the same conditions (Fig.1, b), KMKhS alloy interacts actively with ChS88U-VI base metal. The depth of the solution is increasing from 0,16 mm up to 0,29 mm, the angle of wetting is increasing from 13 up to 26 degrees. It leads to the alloying material enrichment by the alloying elements of the base and to the partial loss of its working characteristics, such as hardness and wear-resistance.

So, this regularity leads to the degradation of the characteristics of wetting and spreading of KMKhS composition strengthening at its application on the maximum alloying heat-resistant and corrosion-resisting alloys on Ni base such as ChS88U-VI alloy, with simultaneous intensification of the base metal solution processes.



а) б)

Fig. 1 – Macrostructure of KMKhS alloy and VZh-98 (a) and ChS88U-VI (b) alloys interaction zones at 1190°C temperature.

These peculiarities are required to take into account at the selection of the strengthening alloys application on the real details temperature. The excessive increase of the base metal heat temperature will effect negative into working characteristics of the alloying strengthening compositions. The analysis of the received at these researches results shows, that heat temperature of the base metal at overlaying welding should not exceed the melting temperature of the applying strengthening compositions. So, for KMKhS alloy, the optimal heat temperature of the base metal at its overlaying welding should not exceed 1165+5°C. Simultaneously, it is necessary to reduce to the possible minimum the period of time, at this temperature.

In this case, at development of real technology the heat temperature of the strengthening details should be controlled exactly and the adhesive activity of the alloying materials should be reduced to minimum.

Literature

1. Heat-resistant, wear-resistant composite alloy based on cobalt Patent for Utility Model No. 111213, Bull. №21 10.11.2016. Kostin O.M., Martynenko V.A., Mali O.B., Butenko A.Yu.

УДК 621.791

RESEARCH OF LASER RADIATION STRENGTH IMPACT ON DEFORMATION DURING LASER WELDING OF T-JOINTS

[1]A.Labartkava., [2]M.Matviienko., [3]Li Ruifeng, [3]Qi Kai

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine),

[2]Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine),

[3]Jiangsu University of Science and Technology (China)

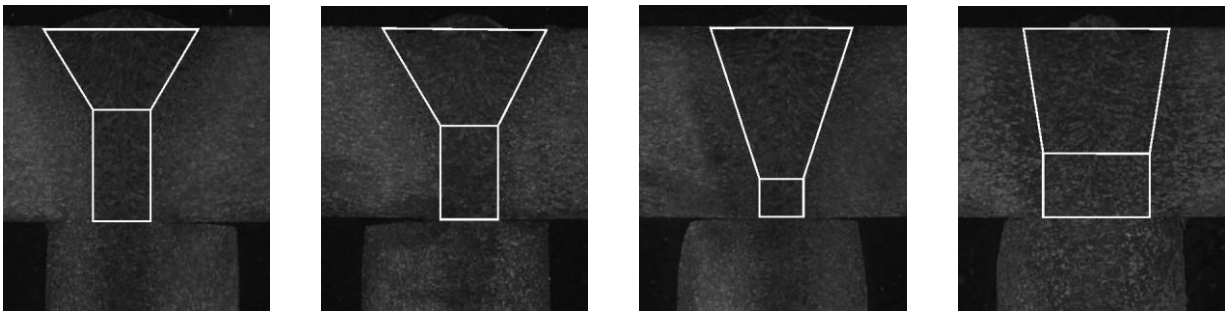
The laser welding has the essential advantages comparing with the arc welding: the execution of the process with high speed by use of one passage without edges additional treatment, the minimum area of the thermal impact, the absence of the stresses and the increase of the corrosion resistance. One of the problems during sheet metal welding execution is the welding deformation. There are some dependencies during arc welding. They allow to value the deformation level in advance in accordance with the welding regime parameters. But they are not be used at laser welding practice due to the joint formation peculiarities.

The laser radiation strength impact into deflection arrow and angle strain during laser welding of T-joints with through penetration has been researched. The researches have been executed at strength change in the range of 3750…4500 W and at $V_{св}$=30mm/sec constant welding speed. The sample for the experimental research of the strength impact had the following overall dimensions: 150x150x3 mm of the sample shelf and 150x60x3 mm of the sample wall. The deflection arrow has been measured before welding and after welding by use of the strainmeter (base is 100 mm).

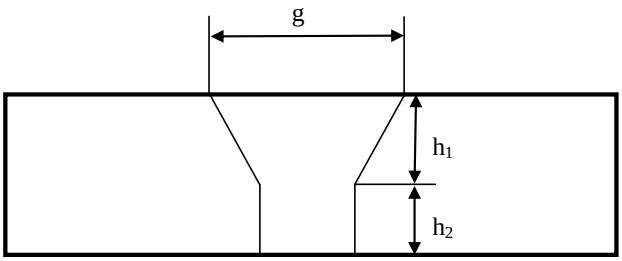
The analysis of the angle strain along the sample length at different laser strength has showed that the angle strain is increasing and stabilizing during shifting from the sample edge. It is in accordance with the classical theory of the angle strain at the arc welding. The analysis of the welded joints macrosections has showed that the joint has two zones on the thickness: a trapezoid zone and a rectangle zone (picture 1).

The strength of the laser does not have the linear impact into such parameter as the joint width (g) (picture 2). It is because the joint width is equal to 1,91 mm at P=3750 W. The joint width is increasing up to 2,3 mm at the strength increase up to 4000 W. But at further strength increase the joint width is decreasing up to 1,76 mm.

The joint width maximum spread is 0,66 mm. The average joint width which is equal to g_{av}=2,098 mm has been used at the further analysis of the laser radiation strength into angle deformation. The dependence of the triangle and cylindrical part from laser strength g_{av}/h_1 and g_{av}/h_2 has been used more effectively for the assessment of the laser impact into angle deformation. These parameters have the linear dependence from laser strength. The analysis of dependencies (picture 3) has showed that the relation g_{av}/h_1 is changing in small range at laser strength change from 3750 up to 4500.The relation g_{av}/h_2 should be used more effectively.

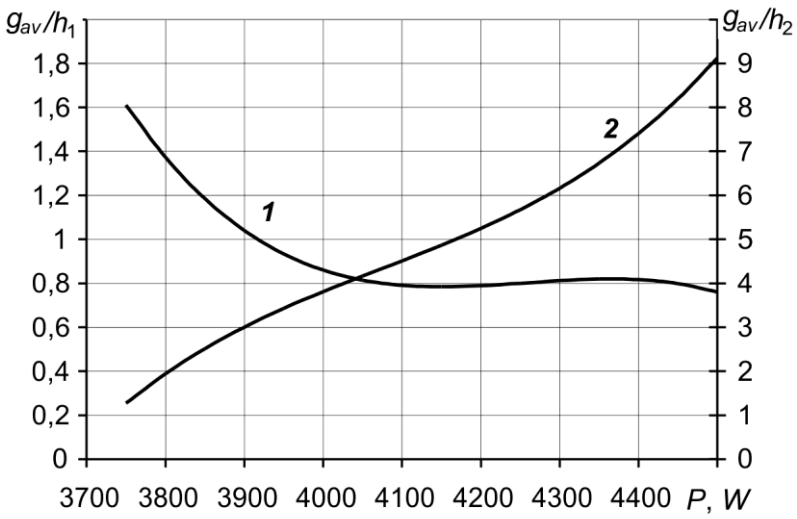


Picture 1. Welded joints macrosections



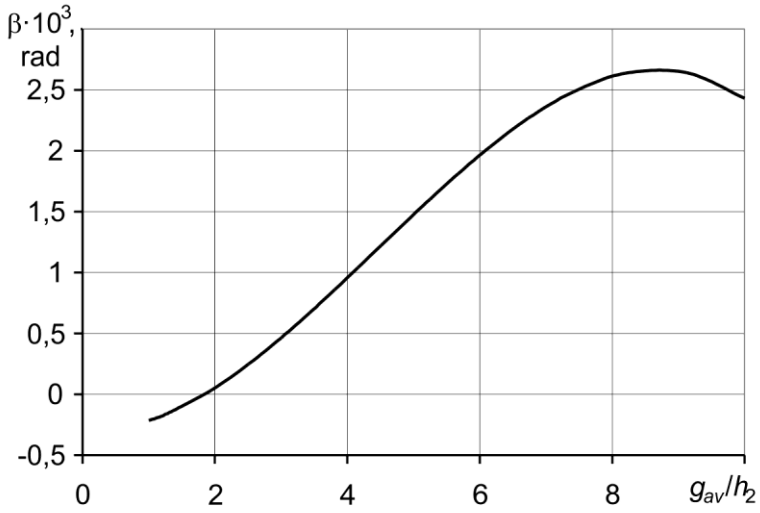
Picture 2. Main parameters of the welded joint:

g – joint width, h_1– height of trapezoid part, h_2–height of rectangle part



Picture 3. Dependencies of relations g_{av}/h_1 and g_{av}/h_2 from laser strength: 1 – g_{av}/h_1; 2 – g_{av}/h_2

The dependence of the rotation angle from g_{av}/h_2 has been received by method of regressive analysis(picture 4).



Picture 4. Dependence of the rotation angle of the relation g_{av}/h_2

Conclusion. The researches of the laser radiation strength impact into deflection arrow and angle deformations during laser welding of T-joints with through penetration have been executed. The researches have been executed at strength change from 3750 up to 4500 W. During welded joint macrosections researches have been established that the macrosection has two powerful zones on the sample height (trapezoid and rectangle zones). The change of source strength does not impact into joint width practically. The dependence of rotation angle from relation g_{av}/h_2 has been received.

UDK 621.791

FORMATION OF THE STRESS-STRAINE STATE AT DIFFUSION WELDING AND BRAZING OF MATERIALS WITH DIFFERENT PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

[1]Matviienko M.V., [2]Ivanova A.G.
[1]Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine),
[2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine),

Diffusion welding and soldering with pressure are currently the main methods of joining materials with different physical and mechanical properties [1]. This difference significantly affects the stress-strain state, which plays an important role both in the process of joint formation and in preserving the shape and integrity of the nodes

after cooling. Investigation of the laws of the stress-strain state formation in the nodes of materials with significantly different physical and mechanical properties, for example, in metal-ceramic, metal-graphite and other similar nodes is relevant.

The studies were carried out by computer simulation on the basis of the finite element method using the ANSYS software. The most frequently encountered nodes were investigated: a sleeve-sleeve and a cylinder-cylinder. The small thickness of the interlayer of solder during brazing with pressure has an insignificant effect on the nodes stress-strain state pattern; therefore, nodes without the interlayer were investigated. The connection states after the initial compression of heated parts and the physical contact formation during diffusion welding, and after crystallization of the solder during brazing with pressure were simulated. Therefore, it was assumed in the calculations that slippage between the joined surfaces is completely absent. The axial compression and the temperature change of the node were considered as loading. The elastic task was solved, wherein the elastic modules and the temperature coefficients of the linear expansion of the connected materials were varied over a wide range (E=(0,1…3,0)·10^5 MPa; α= (5…20)· 10^{-6} 1/deg).

Established that under different types of loading (compression, temperature change and their coaction), the stress-strain state and stress level in the joint zone of nodes of dissimilar materials is determined by three different factors: compressive axial stresses from external loading (which are evenly distributed throughout the node), radial, circumferential and tangential stresses due to the difference in deformation of materials of different rigidity (which are concentrated in the immediate vicinity of the joint) and different temperature deformations of the connected materials with a temperature change (also localized in the joint zone). The influence degree of each factor depends on its value: the applied compression pressure, the difference of elasticity modulus and the TCLE of the connected materials. The most effective, especially when joining metals with nonmetals, is the third factor, through which it is possible to regulate not only the value of the stresses (by change of the temperature level), but also their sign (change of heating by cooling).

Bibliography:

1. Mashinostroenie: Entsiklopediya. T. Sh-4: Tehnologiya svarki, payki i rezki [tekst] / V.K. Lebedev, S.I. Kuchuk-Yatsenko, Ya.I. Chvertko i dr.; pod red. B.E. Patona. – M.: Mashinostroenie, 2006.–768 s. (Mechanical engineering: encyclopedia V.Sh-4: Welding, soldering and cutting technology [text] / V.K. Lebedev, S.Y. Kuchuk-Iatsenko, Ia.Y. Chvertko and others; edited by B.E. Patona. – M.: Mechanical engineering, 2006.–768 p.

2. **Makhnenko, V.I.** Napruzhennia ta deformatsii pry zvariuvanni [tekst] Navchalnyi posibn. / V.I. Makhnenko, H.V. Yermolaiev, V.V. Kvasnytskyi, A.V. Labartkava. Mykolaiv: NUK, 2011. – 240s. (Makhnenko, V.I. Stress and strain during welding [text] Tutorial / V.I. Makhnenko, H.V. Yermolaiev, V.V. Kvasnytskyi, A.V. Labartkava. Mykolaiv: NUOS, 2011. – 240 p.)

UDK 621.791

DIFFUSION WELDING AND BRAZING WITH PRESSURE OF METALS WITH CERAMICS WITH CONTROLLED STRESS-STRAIN STATE

[1]Matviienko M.V., [2]Ivanova A.G., Labartkava A.V.

[1]Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine),

[2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine),

At the modern level of development and application of welding processes, their mathematical modeling is carried out in seven main areas, among which a significant part is the stress-strain state modeling [1]. At the same time, it is important to know not only the residual stresses that determine performance of units and structures, but also the stresses role in the process of formation of joints of dissimilar materials and metal-ceramic assemblies [2]

Simulation was performed using the ANSYS software. An elastic axisymmetric task was solved for materials with a wide range of elastic modulus and TCLE on cylinder-cylinder type and sleeve-sleeve type samples using finite elements PLANE 182. As loading the axial compression (in the y-axis direction) and node temperature change were used. The fields of all stress components (normal, tangential, equivalent according to Mises) were analyzed. In this case, special attention is paid to the tangential and equivalent stresses in the joint zone, since they play the main role in the activation of the connected surfaces and the formation of physical contact through plastic deformations.

Shown that the distribution pattern of all stresses with a change of connected materials elasticity modulus ratio is similar to pattern of stresses of nodes from materials with close elastic modulus value, but the level of stresses changes significantly. When loading by compression, with increasing differences in materials stiffness, the level of tangential stresses in the joint zone increases. Their value is affected only by the ratio of the elastic modules and the quantity of the applied pressure. Near the joint the less hard material unloads, and harder - on the contrary,

is loads up. Under thermal loading, the level of tangential and equivalent stresses at all joint points is directly proportional to the elastic modulus value of the more rigid material, the difference in the connected materials temperature coefficients of linear expansion and to the degree of temperature change. When combined loading by compression and temperature change as a result of tangential stresses sign changing during heating and cooling, the effect at nodes where the material with less rigidity has a lower temperature coefficient of linear expansion is combined with the compression effect during cooling and is subtracted when heated.

Established that the use of the temperature deformations difference of the connected materials with a temperature change, which in the process of diffusion welding and soldering is localized in the joint zone, makes it possible to most effectively regulate both the value of the stresses (by temperature change) and their sign (by change of heating by cooling), especially when metals are connected to non-metals.

Bibliography:

1. **Mahnenko, V. I.** Kompyuternoe modelirovanie svarochnyih protsessov [Tekst] / V. I. Mahnenko // Sovremennoe materialovedenie XXI vek. – K. : Naukova dumka, 1998. – S. 108–124 (Mahnenko, V. I. Computer simulation of welding processes [text] / V. I. Mahnenko // Modern metallurgy XXI century – K. Scientific thought, 1998. – P. 108–124

2. **Kuznetsov, V. D.** Obschie zakonomernosti formirovaniya napryazhennogo sostoyaniya pri diffuzionnoy svarke detaley tsilindricheskoy formyi [Tekst] / V. D. Kuznetsov, V. V. Kvasnitskiy, G. V. Ermolaev, M. V. Matvienko // Zb. nauk. prats NUK. – 2007. – # 6. – S. 62 - 73. (Kuznetsov, V. D. General regularities of the formation of the stress-strain state during diffusion welding of cylindrical parts [text] / V. D. Kuznetsov, V. V. Kvasnitskiy, G. V. Ermolaev, M. V. Matvienko // Col. of sc. p. NUOS – 2007. – # 6. – P. 62 - 73.

Секція. 4.
ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

УДК 621.43.056

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОЭМИССИОННОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГТД

С.И. Сербин д.т.н., профессор, А.В. Козловский, к.т.н,

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Одним из наиболее перспективных методов повышения устойчивости рабочего процесса низкоэмиссионной камеры сгорания является интенсификация сжигания углеводородов с помощью низкотемпературной плазмы [1-3]. В случае использования плазмохимических стабилизаторов можно ожидать значительного увеличения стабильности процесса горения бедных топливо-воздушных смесей, снижения пульсаций давления в объеме камеры сгорания и уменьшения вероятности погасания пламени [4].

Для управления устойчивостью горения топливо-воздушных смесей в КС ГТД возможно применение модулированных и немодулированных плазменных струй, генерируемых с помощью плазмотронов различных типов [5]. Из-за особенностей, обусловленных высоким температурным уровнем процесса и наличием высоких концентраций атомов, радикалов, заряженных частиц, концентрационные пределы распространения пламени увеличиваются, и стабильность горения повышается. При этом концентрация активных центров зависит от множества факторов, в том числе от времени и степени контакта топлива и плазмы, коэффициента избытка воздуха в зоне контакта, температуры воздушной плазмы, сорта топлива и др. [4].

Реакции, происходящие при смешении низкотемпературной воздушной плазмы с топливом в объеме плазмохимического стабилизатора или на поверхности закрученной плазменной струи, при определенных условиях приводят к образованию сверхравновесных концентраций атомов и радикалов (H, CH3, O, OH и др.) и большого количества продуктов неполного превращения углеводородов (CO, H2). Продукты реакций из зоны непосредственного контакта плазмы с частью топлива быстро диффундируют в зону основной топливо-воздушной смеси и способствуют промотированию ее горения. В этой связи необходимо найти способы и конструктивные решения наиболее эффективного использования высокой химической активности продуктов неполного сгорания горючих смесей, приводящей к расширению пределов устойчивой работы КС и возможности работы на обедненных смесях [4,6].

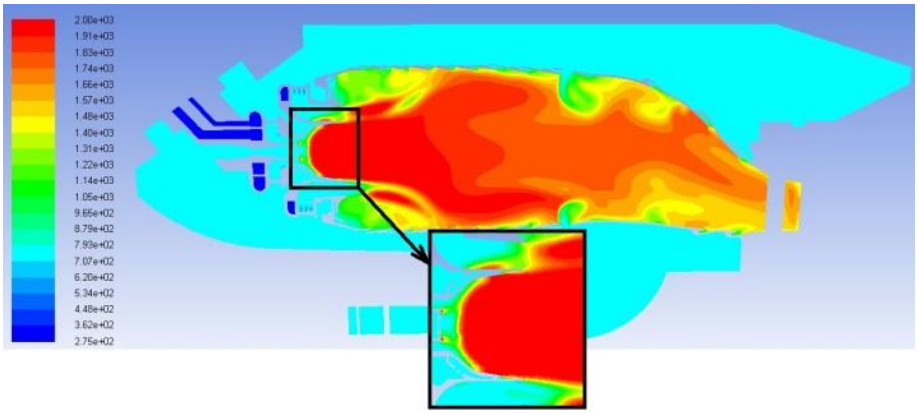
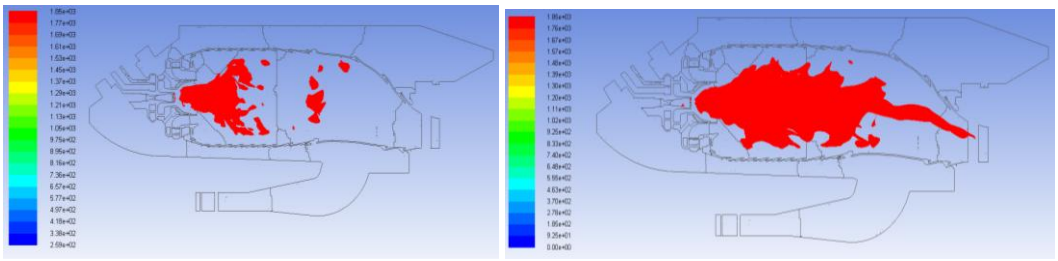


Рис.1. Расчетное поле температур в КС ГТД с добавкой продуктов плазмохимических реакций β=0,0325

Результаты численного моделирования нестационарных процессов в низкоэмиссионной камере сгорания показали, что большое количество добавок продуктов плазмохимических реакций β = 0,0325 (соответствующее уменьшению энергии активации реакции окисления метана на 15 %) вызывает горение топливо-воздушной смеси в каналах внутреннего завихрителя фронтового устройства (рис.1), что недопустимо для надежной работы КС.



а *б*

Рис. 2. Поверхность фронта пламени:
а – базовый вариант; *б* – количество плазмохимических продуктов β = 0,0125

На рис.2 показаны изоповерхности фронта пламени для базового варианта КС и камеры с добавками продуктов плазмохимических реакций. Видно, что увеличение количества плазмохимических продуктов приводит к увеличению суммарной поверхности факела и повышению устойчивости горения в целом.

Выводы

1. Проведенные теоретические исследования низкоэмиссионной камеры сгорания ГТД с плазмохимическим стабилизатором позволили установить, что максимальные пульсации статического давления расположены в областях, аналогичных базовому варианту камеры сгорания: внутри жаровой трубы в районе третьей обечайки; в выходном сечении жаровой трубы перед непосредственно турбинными лопатками.
2. Использование плазмохимических стабилизаторов в низкоэмиссионной камере сгорания ГТД мощностью 25 МВт позволяет расширить диапазон устойчивой работы топливосжигающего устройства, уменьшить пульсации давления топливо-воздушной смеси и, следовательно, снизить вибрации элементов КС и двигателя в целом.

Список литературы

1. 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.
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. Романовский Г.Ф. Плазмохимические системы судовой энергетики [Текст] / Г.Ф. Романовский, С.И. Сербин – Николаев : УГМТУ, 1998. – 246 с.
5. Афанасьев В.В. Диагностика и управление устойчивостью горения в камерах сгорания энергетических установок [Текст] / В.В. Афанасьев, Н.И. Кидин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 176 с.
6. Романовский Г. Ф. Плазменное воспламенение и сжигание топлив в судовых установках [Текст] / Г. Ф. Романовский — Л.: Судостроение, 1986. — 86 с.

УДК 621.438

ПОЛІПШЕННЯ МАСОВИХ ПОКАЗНИКІВ РЕГЕНЕРАТИВНИХ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

Горбов В. М., к.т.н, професор, Соломонюк Д. М.,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова.

Завдяки високій агрегатній потужності, малим масо-габаритним показникам, маневреності, простоті конструкції, ремонту та обслуговування газотурбінні установки (ГТУ) отримали широке розповсюдження у різних галузях енергетики та транспорту [1]. Впровадженню ГТУ на транспортному флоті перешкоджала їх

невисока паливна економічність, проте останнім часом за кордоном були розроблені ГТУ з регенерацією теплоти для транспортних суден і кораблів, ККД яких досягає 40–43 % [2–4].

В розроблених у XX ст. ГТУ з газотурбінними двигунами "промислового" типу маса пластинчастого регенератора складала до 56% від маси установки, трубчатого – до 67 %. В сучасних ГТУ з конвертованими ГТД "авіаційного" типу, які відрізняються меншими габаритами і масою, частка регенератора у загальній масі установки збільшується до 69–78 % для пластинчастих регенераторів і до 78 – 82 % для трубчатих. Внаслідок цього питома маса регенеративних ГТУ з газотурбінними двигунами "промислового" типу знаходиться у діапазоні 14–44 т/кВт (при малих потужностях) і 4,1–13,5 т/кВт (при збільшенні потужності до 32 МВт), а ГТУ з "авіаційними" двигунами – у діапазоні 3,3–7,1 т/кВт.

Зменшення масогабаритних показників регенератора можна досягнути впровадженням нових інтенсифікованих поверхонь теплообміну. Аналіз трубчатих поверхонь теплообміну з різного роду інтенсифікаторами, встановив що:

– використання овальних труб дозволяє знизити масу регенератора на 17 % порівняно з круглими трубами [5];

– при розміщенні на зовнішній поверхні труб інтенсифікаторів у вигляді лунок або канавок маса регенератора зменшується до 33%, при розміщенні на внутрішній поверхні труб одиночних виступів маса може бути зменшена на 18%, гвинтових – на 5% [6].

Використання складних циклів з регенерацією теплоти також сприяє зменшенню маси і габаритів. Розрахунки показали, що при однакових потужностях маса ГТУ з регенерацією і проміжним охолодженням на 6,2% менша ніж маса регенеративної ГТУ, і на 2,7% менша маси ГТУ з проміжним перегрівом. Масові показники ГТУ з регенерацією, проміжним охолодженням і проміжним перегрівом такі ж, як і у ГТУ з регенерацією і проміжним охолодженням, проте вона має витрату палива меншу на 9 г/(кВт·г). Розміщення регенератора у середині процесу розширення (проміжна регенерація) знижує масу ГТУ на 2 % порівняно з ГТУ, у якій регенератор розміщується після турбіни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Патон, Б. Концепція (проект) державної науково-технічної програми "Створення промислових газотурбінних двигунів нового покоління для газової промисловості та енергетики" [Текст] / Б. Патон, А. Халатов, Д. Костенко, Б. Білека, О. Письменний, А. Боцула, В. Парафійник, В. Коняхін // Вісн. НАН України. – 2008. – № 4. – С. 3–9.

2. Weiler C.L. WR–21 Design and Maintenance [Text]/ C.L. Weiler // ASME paper. – 1996. – № 96–GT–328. – 25 p.

3. Stambler I. Recuperated 5MW ATS gas turbine to be ready for fiel testing in 1998 [Text] / I. Stambler // Gas Turbine Word – 1996 – №1– p. 30–33.

4. Волков А. И. Модернизация судового газотурбинного двигателя для привода синхронного генератора с целью повышения экономичности / А. И. Волков, С. А. Егоров, М. А. Симкин, М. С. Золотогоров, А. Г. Николаев // Газотурбинные технологии. – 2013. – №1-2. – С.12-16.

5. Кузнецов В.В. Оптимизация массо-габаритных показателей регенераторов ГТУ [Текст] / В.В. Кузнецов, Д.Н. Соломонюк. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2009. – №4(40). – С.48-52.

6. Мовчан, С. М. Перспективи використання у регенераторах ГТУ поверхонь теплообміну з інтенсифікацією теплообміну виступами та западинами / С. М. Мовчан, Д. М. Соломонюк // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 9(1231). – С.45–51. – Бібліогр. : 13 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2017.09.07.

УДК 621.438

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ГАЗОВОЗОВ

А.К. Чередниченко

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина

Морские перевозки являются важнейшей компонентой человеческой цивилизации. История человечества с древних времен связана с транспортировкой груза водным путем. В настоящее время судоходство является неотъемлемой частью мировой транспортной системы. Анализ данных, которые представлены в отчетах UNCTAD, позволяет предположить, что около 90% объема перевозимого в мире

груза приходиться на морские перевозки. Это связано с низкой стоимостью энергетических затрат на осуществление морских перевозок, в сравнении с другими видами транспорта.

Создание в портах Европы крупных LNG терминалов импорта газа, развитие инновационных технологий добычи и разработка новых месторождений, а особенно рост потенциала терминалов LNG экспорта в Австралии и США дает оптимистичный прогноз на ближайшие 5 лет для количественного и качественного роста флота LNG газовозов. По данным Lloyd's List Intelligence, на июль 2017 г., в эксплуатации находится 466 газовозов LNG, суммарным дедвейтом свыше 37,7 млн т и еще 121 составляют «портфель заказов».

Анализ тенденций развития судовой энергетики XXI века позволяет выявить два основных тренда – жесткая регламентация выбросов, в первую очередь CO_2 и дальнейшее повышение энергетической эффективности тепловых двигателей.

Исследованию факторов, влияющих на образование парниковых газов, а также путей уменьшения выбросов посвящено много публикаций. Широкое распространение при этих исследованиях получили методы системной динамики (System Dynamics). Подходы, сформированные для стационарной энергетики и экосистем городов, а иногда целых промышленных регионов были успешно трансформированы для транспортного сектора. Анализ публикаций выявил, что методология SD может быть применена для регионального морского судоходства и позволяет установить причинно-следственную связь между объектами в такой экосистеме.

Применение методологии системной динамики при моделировании процессов в перспективных энергетических установках газовозов позволило выявить, что использование в качестве топлива сжиженного природного газа дает возможность снизить выбросы CO_2 на 12% по сравнению с традиционным для транспортных судов топливом HFO. Кроме того, высокая теплотворная способность природного газа обеспечивает снижение удельного расхода топлива тепловых двигателей. С учетом этого переход на LNG дает возможность уменьшить массу произведенного энергетической установкой судна парникового газа на 24%.

УДК 629.5.062.2

АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ РОЗМІЩЕННЯ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ БАЛАСТУ НА БОРТУ ТАНКЕРІВ

Горбов В.М., канд. техн. наук, професор, Мітєнкова В.С. , канд. техн. наук, доцент,
Національний університет кораблебудування

Використання в якості суднового баласту забортної води призводить до проблеми забруднення морського середовища чужорідними мікроорганізмами і порушує рівновагу регіональних екосистем. Уникнути прийому баласту для діючих суден практично неможливо. Кількість рідкого баласту може становити до 50% від дедвейту, а час, необхідний для повної заміни, складає 10…15 год, тому для очищення баластних вод слід використовувати ефективні та швидкодіючі технології з урахуванням специфічних суднових умов, вимог міжнародних та локальних законодавчих актів та вимог класифікаційних товариств.

До танкерів пред'являються особливі вимоги щодо безпеки можливих для застосування технологій очищення баласту та розміщення обладнання на борту суден з урахуванням типів вантажів, що транспортуються. Тому вирішення питання вибору систем очищення баласту для нафтових танкерів є досить актуальним.

У нафтових танкерів, що транспортують вантажі з температурою спалаху 60° С або нижче системи очищення баласту (BWTS – Ballast Water Treatment System) повинні бути встановлені у вибухонебезпечних зонах. Баластні цистерни і всі пов'язані з ними трубопроводи класифікуються як небезпечні зони. Електрообладнання BWTS, таке як блок обробки або датчик, який безпосередньо пов'язаний з баластними трубопроводами повинно бути сертифіковане вибухобезпечного типу.

BWTS можуть бути встановлені у вантажних насосних приміщеннях або баластних насосних приміщеннях, якщо нафтовий танкер має такий простір. На рис. 1.1 показано установку BWTS в приміщенні вантажного насоса. Будь-яке електричне обладнання, яке є частиною BWTS має бути вибухозахищеного типу.

Важко знайти підходяще місце для установки в нафтоналивні танкери, які не мають вантажних насосних приміщень або баластних насосних приміщень. В цьому випадку BWTS можуть бути встановлені на верхній палубі (рис. 1.2).

У разі, якщо встановлено BWTS на верхній палубі судна, баластні води, що вимагають перекачування до BWTS, слід враховувати втрати напору баластних насосів. Крім того, може виникнути надмірний вакуум в баластних трубопроводах при переміщенні баластної води нижче рівня установки, отже, слід застосовувати контрзаходи, такі як установка вакуумних клапанів.

Якщо BWTS встановлено вище верхньої палуби, за допомогою коффердама так, що з'єднання трубопроводів та отвори розташовані за 2,4 метра над верхньою палубою, то місце установки розглядається як безпечний район і тим самим може бути дозволено установку BWTS без вибухозахищеного типу. Однак, якщо вжито належних заходів безпеки відповідно до IEC60092-502, то простір для монтажу може розглядатися в якості безпечний.

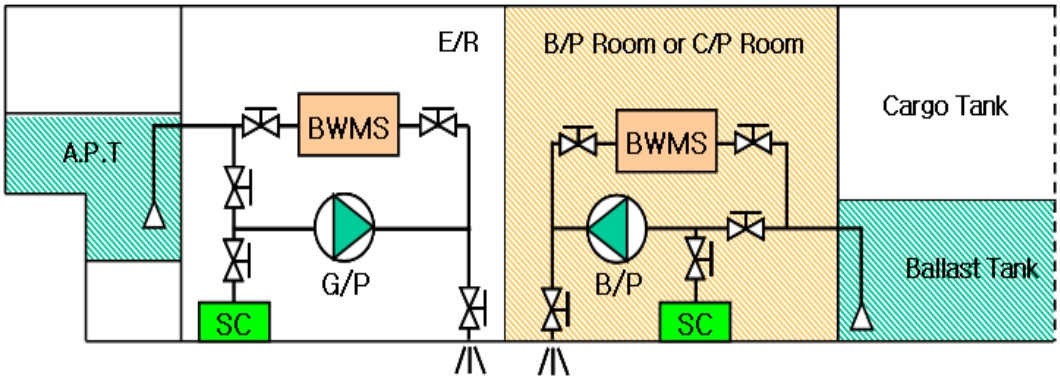


Рис. 1.1. Установка BWTS в насосному відділенні

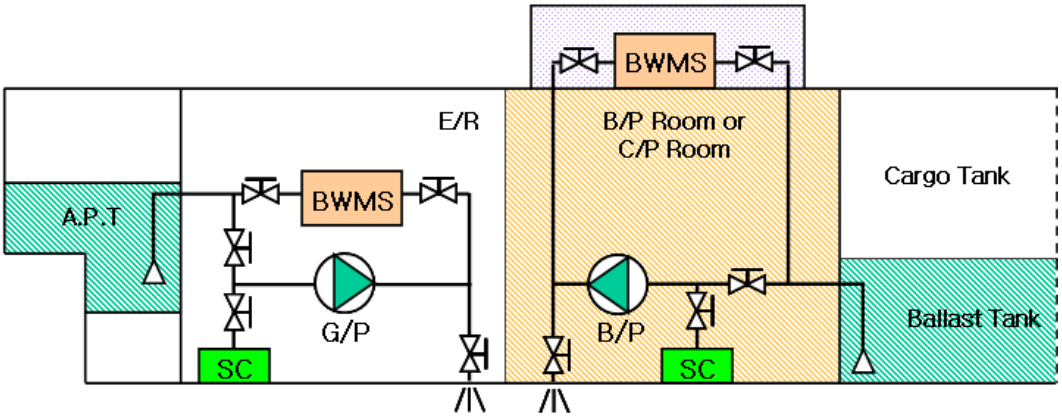


Рис. 1.2. Установка BWTS в районах, крім насосного відділення

Якщо окремий замкнутий простір для установки BWTS виконано над палубою, він може збільшити загальний дедвейту судна, а зміна загального дедвейту може призвести до різкої зміни вимог та правил, яким має відповідати судно. Рекомендується проконсультуватися з класифікаційними товариствами.

Якщо BWTS оснащений генератором озону (O_3), то в установці потрібно встановити пристрій виявлення озону, який активує сигнал тривоги в разі витоку. Крім того, слід приділяти належну увагу O_3 трубам для запобігання витоку, наприклад, за допомогою подвійних труб або зварного з'єднання труб. Варіант розміщення систем очищення баласту на танкерах без насосного відділення представлений на рис. 1.3.

Якщо BWTS такого типу, що генерує небезпечні гази, такі як газоподібний водень, після обробки, зливна труба небезпечних газів повинна бути виведена до безпечної зони за межами закритого простору, так як шкідливий газ може накопичуватися в замкнутому просторі.

BWTS та пристрій для взяття проб не повинні бути встановлені в машинному відділенні нафтового танкера, за винятком, коли нафтові танкери перевозять вантажі, що має температуру спалаху вище 60 °C.

У разі, коли деякі елементи BWTS, встановлені в машинному відділенні використовувати в елементах інших BWTS в баластному насосному відділенні, необхідно дотримуватися наступного:

- повинні використовуватися тільки під час прийому баласту;
- не повинні прокладатися через перегородку між двигуном та насосним відділенням, але проходити через палуби;
- слід використовувати труби з малого діаметру.
- для запобігання зворотного потоку в нагнітальних трубопроводах повинні бути встановлені в вантажних відсіках запобіжні заходи (2 набора лічильників води, з'єднаних послідовно).

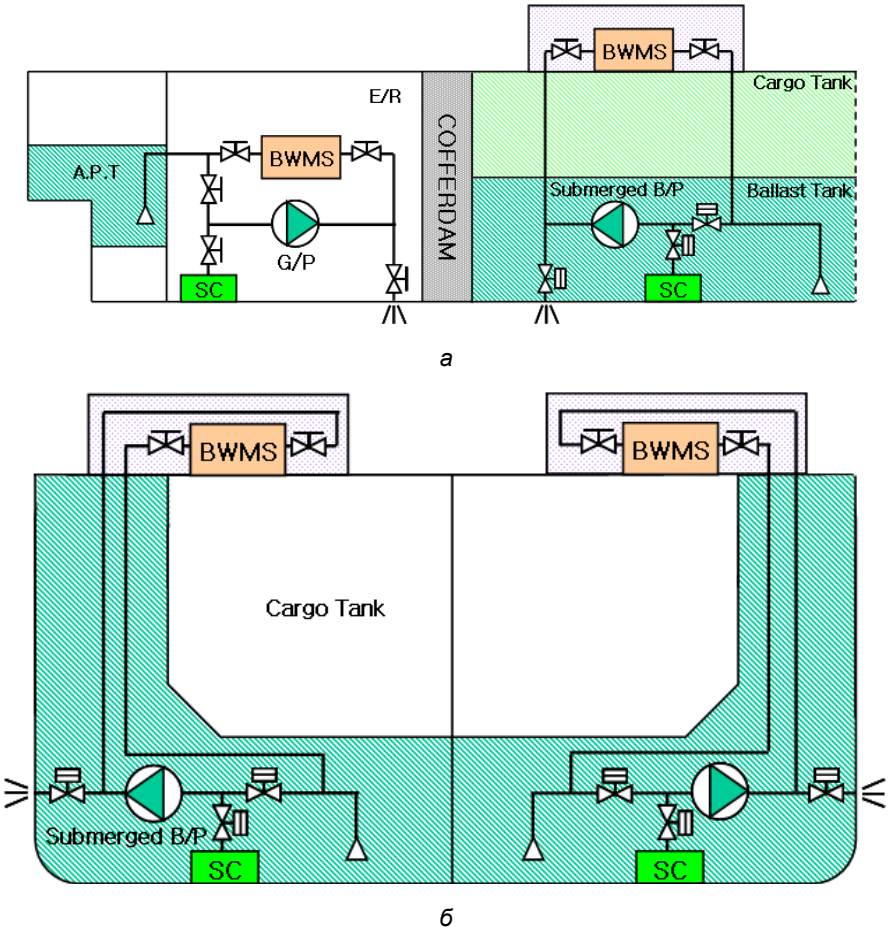


Рис. 1.3. Установка BWTS на нафтовому танкері без насосного відділення:
а – повздовжній переріз; б – поперечний переріз

УДК 621.438

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ КОНВЕРСІЇ ПАЛИВНОГО ЕТАНОЛУ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ УСТАНОВЦІ НА БАЗІ ДВИГУНА ТЕ 200

Б.Г. Тимошевський, д-р техн. наук, проф., М.Р. Ткач, д-р техн. наук, проф., О.С. Митрофанов, к-т техн. наук, доц. каф. ДВЗ, А.Ю. Проскурін, к-т техн. наук, доц. каф. ДВЗ, А.С. Познанський, викл. каф. ІМТМ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Передбачуване скорочення запасів нафтових енергоносіїв, прагнення до енергобезпеки країн-імпортерів паливних ресурсів змушує приділяти пильну увагу енерго- і ресурсозбереженню і перебувати в постійному пошуку нових видів палив [1].

Використання паливного етилового спирту (етанолу) є величезним потенціалом зниження споживання світлих нафтопродуктів, захисту навколишнього середовища, підйому сільськогосподарського виробництва та створення робочих місць. Одним з перспективних способів застосування етанолу в поршневих ДВЗ, який може усунути більшість недоліків, є використання етанолу у вигляді синтез-газу отриманого термохімічною утилізацією теплоти відхідних газів [2,3].

Дана технологія дозволить підвищити економічність установок, що працюють на етанолі, а також дозволить використовувати паливний етанол в ДВЗ, де його застосування в рідкому вигляді важко здійснити (суднові і стаціонарні дизельні ДВЗ). Одними з головних характеристик, які визначатимуть і обмежуватимуть ефективність термохімічного перетворення етанолу в синтез-газ є:

- залежність ступеня конверсії (частка етанолу, яка перетворилася в синтез-газ по реакції) від температури реакції;

- залежність витрати палива (маса етанолу, яка необхідна для отримання 1 кг синтез-газу) від ступеня конверсії;

- залежність теплоти хімічної реакції (кількість енергії, яка необхідна для подолання реакції конверсії 1 кг етанолу). від ступеня конверсії.

Залежності є індивідуальними для різних палив, способів конверсії, типів утилізаційних пристроїв (термохімічних реакторів) і визначаються експериментальним шляхом.

Для визначення основних характеристик процесу перетворення етанолу в синтез-газ за рахунок утилізації теплоти відхідних газів дослідним колективом лабораторії перспективних енергетичних технологій НУК імені адмірала Макарова була використана експериментальна установка на базі чотиритактного двигуна з примусовим запалюванням ТЕ 200 (1Ч 6 , 8 / 5,4) (рис. 1 а).

В якості утилізуючого пристрою використовується термохімічний реактор ідеального витіснення (рис. 1 б, в), що представляє собою теплообмінник типу «труба в трубі», в якому етанол перебуває всередині мідної трубки (загальна довжина - 4,5 м, внутрішній діаметр - 4 мм, зовнішній діаметр - 6 мм), яка омивається через спеціальні канали відпрацьованими газами двигуна.

а

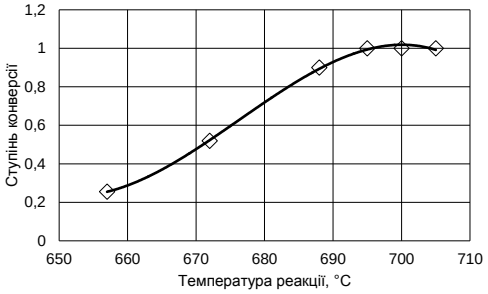
б

в

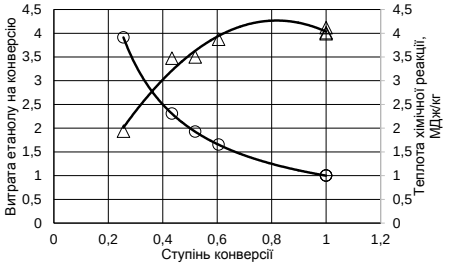
Рис. 1. Експериментальна установка на базі чотиритактного двигуна з примусовим запалюванням ТЕ 200 з системою термохімічної утилізації теплоти відпрацьованих газів

Перед початком основних досліджень були проведені випробування по визначенню середніх теплових втрат термохімічного реактора в залежності від середньої температури його стінки.

Експериментальні дослідження проводилися при температурі навколишнього середовища 298 К і атмосферному тиску 101 кПа. В якості сировини використовувався етанол марки А по ГОСТу 17299-78. На рис. 2 показані результати експериментальних досліджень зміни ступеня конверсії етанолу в залежності від температури реакції, а також зміни витрати етанолу і питомої теплоти хімічної реакції в залежності від ступеня конверсії.



а



б

Рис. 2. Основні характеристики термохімічного перетворення етанолу в синтез-газ:
а – залежність ступеня конверсії від температури реакції; б – залежність витрати етанолу (О) і питомої теплоти хімічної реакції (Δ) від ступеня конверсії

Максимальний ступінь конверсії етанолу, який становить 100%, було досягнуто при температурі 695 °С. При досягненні 100% конверсії для отримання 1 кг синтез-газу витрачається 1 кг етанолу, тобто весь рідкий етанол, який надійшов в реактор повністю перетворився в газоподібне паливо, при цьому теплота хімічної реакції склала близько 4 МДж.

Список використаної літератури

1. **Внукова В. Н.** Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і еко-безпеки автотранспорту / В. Н. Внукова, М. В. Барун // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2011. – № 9 (91). – С. 45–55.

2. Термохимическое преобразование топлив в водородсодержащий газ за счет рекуперированного тепла двигателей внутреннего сгорания / В. А. Кириллов, А. Б. Шигаров, Н. А. Кузин [и др.] // Теоретические основы химической технологии. – 2013. – № 5 (47). – С. 503–517.

3. Разработка и исследования транспортных средств с различными типами водородных и комбинированных энергоустановок / А. А. Ипатов, В. Ф. Каменев, Н. А. Хрипач [и др.] // Журнал автомобильных инженеров. – № 5 (46). – С. 18–25.

УДК 621.182.3: 625.5.031.32

ИМИТАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ МАЛООБОРОТНОГО ДВИГАТЕЛЯ СУДНА С КАЙТОМ

Шостак В. П., Кисарова А. И.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Для изготовления малооборотного двигателя (МОД) в заказной ведомости указывается параметр согласования "малооборотный двигатель внутреннего сгорания – турбокомпрессора" (ПС "МДВС – ТК"), например, некоторое положение точки согласования (*matching point*) на его поле выбора рабочих параметров [1]. Рациональной настройке МОД соответствуют определенный турбокомпрессор (ТК) и соответствующее ему газораспределение, обеспечивающие минимум расхода топлива на главный двигатель (ГД) за всю предстоящую эксплуатацию судна.

Компания MAN Diesel & Turbo дает общие рекомендации по выбору этого параметра для морских судов, с обычными условиями эксплуатации [1]. Но, в настоящее время, появилась возможность применения на судах добавочной пропульсивной тяги за счет управляемого воздушного змея – кайта площадью от 80 до 640 м^2 [2, 3]. Это дополнительный движитель, эпизодически включающийся в работу при благоприятных скоростях и направлениях ветра. Кайт приводит к изменению нагрузки ГД в режиме полного хода судна. Есть основания полагать, что определенное расчетным путем рациональное значение параметра "МДВС – ТК" даст экономию топлива. Для этого случая в литературе не обнаружено ни практических рекомендаций, ни теоретических решений. Таким образом, процедура определения рационального значения параметра "МДВС – ТК" не формализована и относится к нерешенным задачам теории и практики судовой энергетики.

Это побуждает к постановке и решению задачи по определению рационального значения указанного параметра для настройки (tuning) – адаптации двигателя к предстоящим условиям эксплуатации судна, движение которого обеспечивается как постоянно работающим ГД, так и эпизодически включающимся в работу кайтом. Решение связано с разработкой алгоритма для определения при проектировании судна такого значения параметра "МДВС – ТК", согласно которому будет изготовлен и настроен двигатель с рациональным ТК и соответствующим ему газораспределением, обеспечивающими минимум расхода топлива.

Достижение поставленной цели – минимизации расхода топлива базируется на принятии решения на этапе проектирования судна, поэтому эта цель не может быть достигнута экспериментальным путем. Основой в достижении минимума расхода топлива является построение математической модели для определения расхода топлива ГД за весь срок службы судна [3], по которому сопоставляются проектные альтернативы и принимается решение – рациональный параметр "МДВС – ТК" для комплектации и настройки МОД.

На рисунке представлена укрупненно структура определения рационального значения ПС "МДВС – ТК" (координат оптимальной точки согласования $\bar{N}_m^{\text{opt}}$, $\bar{n}_m^{\text{opt}}$), при котором средневзвешенное значение расхода топлива за весь срок службы судна будет минимальным, т.е. математическое ожидание расхода топлива $M(B_{\text{ж}}) = B_{\text{ж}}^{\min}$. Поскольку каждый рейс, каждый участок рейсовой линии, техническое состояние судна в течение всей эксплуатации характеризуются как постоянными, так и изменяющимися (обычно

вероятностными) параметрами, то в адекватной модели для расчета $B_{ж}$ предусматривается использование возможных, имитируемых в многократно повторяющихся расчетах, значений исходных индетерминированных величин. Это позволяет имитировать с задаваемой степенью полноты эксплуатационные ситуации. Следовательно, расчет $B_{ж}$, как случайной целевой функции, обусловливает использование имитационной математической модели (ИММ) [4].

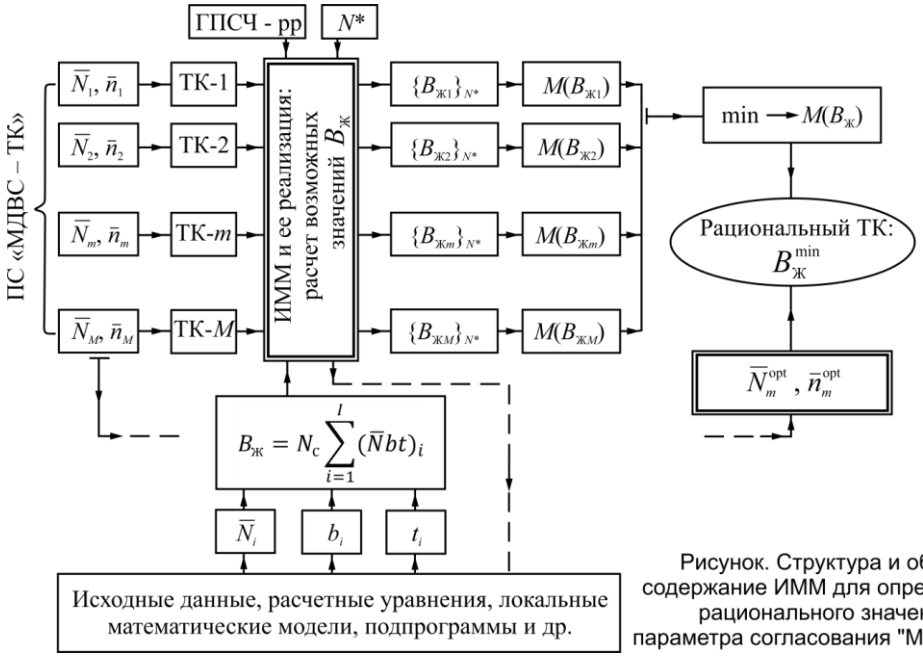


Рисунок. Структура и общее содержание ИММ для определения рационального значения параметра согласования "МДВС – ТК"

Решение задачи сводится к тому, что задается некоторое количество альтернативных значений ПС "МДВС – ТК". Каждому значению соответствует определенный турбокомпрессор. При этих значениях, используя генератор псевдослучайных чисел (ГПСЧ – рр), насчитываются массивы возможных значений расхода топлива $\{B_{Жm}\}_{N^*}$. Вычисляются математические ожидания $M(B_{Жm})$, и минимуму расхода отвечает оптимальный ПС "МДВС – ТК" с рациональным ТК.

В основе математической модели лежит уравнение, определяющее расход топлива ГД на *i*-ом участке рейсовой линии (с условно постоянной погодой)

$$B_i = N_c \bar{N}_i b_i t_i,$$

в котором спецификационная мощность МОД N_c – детерминированная величина, а нагрузка двигателя $\bar{N}_i$, его удельный расход топлива b_i и время хода t_i на *i*-ом участке – случайные функции.

В силу изменяющихся при эксплуатации судна гидрометеорологических факторов, длины участка с постоянной погодой, шероховатости корпуса судна и др. величины $\bar{N}_i$, b_i и t_i в каждом расчете принимают разные значения. В разработанной ИММ использован генератор псевдослучайных чисел, равномерно распределенных в интервале 0…1 [4].

Реализация ИММ для танкера типа "Дмитрий Медведев" с двигателем 6S50ME-C позволила определить рациональные координаты точки согласования: $\bar{N}_m^{opt} = 77\ \%$; $\bar{n}_m^{opt} = 91\ \%$. Экономия топлива применительно к круговому рейсу "Брест – Санта Мария Бау – Ла-Гуайра – Бостон – Брест" и кайту 640 м^2 составляет 5,0 %.

Выводы: 1. На данном этапе развития движительных установок транспортных судов и наличия информационно-методической базы становится возможным принимать проектные решения по адаптации ГД к предстоящим условиям эксплуатации не волевым методом, а на основе реализации имитационной математической модели. 2. Применение таких моделей в практике проектирования судовых энергетических установок предопределяет экономию топлива, которая для судов с кайтом применительно к характерным районам плавания составляет 2...5 %.

Литература: 1. MAN Diesel & Turbo [Electronic resource] // © MAN Diesel & Turbo 2017. – Режим доступа: http://www.mandieselturbo.com. 2. SkySails. Turn Wind into profit [Электрон. ресурс]: – Режим доступа: http://www.skysails.info. 3. Шостак, В. П. Суммарный расход топлива малооборотным двигателем судна с кайтом // [Текст] / В.П. Шостак, А.И. Кисарова // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2016. – № 2. 4. Шостак, В. П. Имитационное моделирование судовых энергетических установок [Текст] / В. П. Шостак, В. И. Гершаник. – Л. : Судостроение, 1988. – 256 с.

УДК 621.438

ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ ДВИГУНА ТЕ 200 З ТЕРМОХІМІЧНОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

Б.Г. Тимошевський, д-р техн. наук, проф., М.Р. Ткач, д-р техн. наук, проф., О.С. Митрофанов, к-т техн. наук, доц. каф. ДВЗ, А.Ю. Проскурін, к-т техн. наук, доц. каф. ДВЗ, А.С. Познанський, викл. каф. ІМТМ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

У двигунах внутрішнього згоряння з примусовим запалюванням значна частина енергії (порівняна з ефективною потужністю двигуна), що виділяється при згорянні палива, витрачається на теплові втрати (гази, охолоджуючу рідину, масло і т. д.) [1].

Одним з перспективних способів утилізації теплоти відпрацьованих газів (ВГ) є термохімічна утилізація (ТХУ). Даний спосіб утилізації заснований на використанні теплоти ВГ для здійснення ендотермічної реакції хімічного перетворення вуглеводневого палива в синтез-газ (основними компонентами є CO і H_2). В результаті реакції конверсії вуглеводневого палива теплота згоряння синтез-газу збільшується на величину утилізованої енергії ВГ [1, 8]. Отриманий синтез-газ може повністю замінювати базове паливо, або використовуватися в якості добавки до нього [9, 10].

Для дослідження основних параметрів роботи двигуна при використанні ТХУ теплоти ВГ, а також визначення ефективності застосування даного способу утилізації в лабораторії перспективних енергетичних технологій НУК імені адмірала Макарова була створена експериментальна установка на базі чотиритактного двигуна з примусовим запалюванням ТЕ 200 (1Ч 6,8/5,4) і термохімічним реактором утилізації теплоти ВГ. Схема експериментальної установки представлена на рис. 1.

Двигун ТЕ 200 може працювати як на чистому етанолі, так і на газоподібній суміші етанолу і синтез-газу, отриманого в результаті ТХУ теплоти ВГ. Залежно від навантаження двигуна і кількості утилізованої теплоти ВГ добавка синтез-газу до етанолу різна.

У термохімічної реакторі 2 (див. рис. 1) синтез-газ отримувався шляхом термохімічної конверсії етанолу. Склад синтез-газу визначався хімічним аналізом за допомогою хроматографа NeoCHROM Class B, який проходив попереднє тарирування за допомогою зразкових сумішей по ТУ-6-16-2956-87. 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 щільність - 0,63 кг/м^3.

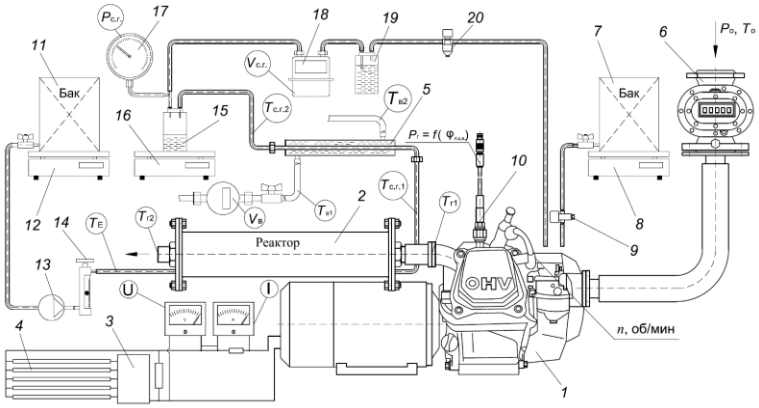
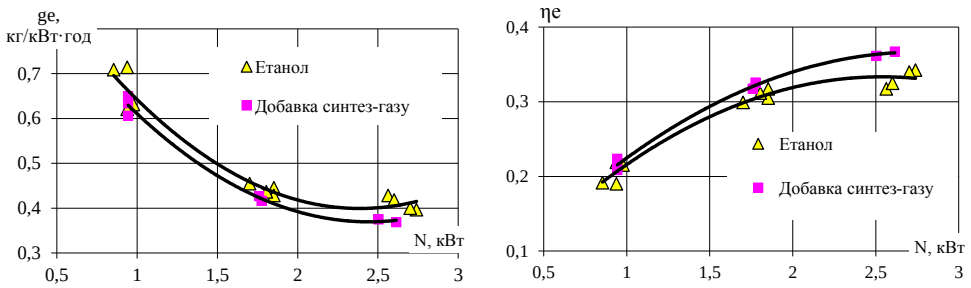


Рис. 1. Експериментальна установка на базі двигуна з примусовим запалюванням ТЕ 200:

1 – двигун з примусовим запалюванням ТЕ 200; 2 – термохімічний реактор; 3 – система управління навантаженням; 4 – блок ТЕНів; 5 – теплообмінник типу «труба в трубі»; 6 – газовий лічильник РГ-40; 7, 11 – бак з етанолом; 8, 12, 16 – ваги; 9 – електромагнітний клапан; 10 – датчик тиску; 13 – насос подачі етанолу в реактор; 14 – ротаметр; 15 – реторта збору конденсату; 17 – манометр; 18 – газовий лічильник; 19 – водяний затвор; 20 – електромагнітний газовий клапан з фільтром

На рис. 2 представлені результати експериментальних досліджень основних параметрів роботи двигуна ТЕ 200 по навантажувальній характеристиці при роботі на чистому етанолі і з добавкою синтез-газу 2,0...3,5% по масі.



а *б*

Рис. 2. Основні параметри двигуна ТЕ 200 при роботі по навантажувальній характеристиці на чистому етанолі і з добавкою синтез-газу: а – питома ефективна витрата палива; б – ефективний ККД

Залежно від добавки синтез-газу зниження питомої ефективної витрати палива складає 2,5..12,4% (див. рис. 2, а) при цьому також спостерігається і зростання ефективного ККД циклу (див. рис. 2, б). Зниження ефективної витрати палива і збільшення ефективного ККД пов'язані, перш за все, зі збільшенням теплоти згорання, а також поліпшенням якості згоряння.

Список використаної літератури

1. Термодинамический анализ рабочего цикла двигателя с термохимическим генерированием водородного топлива / Н. А. Хрипач, В. Ф. Каменев, В. М. Фомин [и др.] // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 4 (36). – С. 46–50.

2. 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.

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.

3. Носач В. Г. Повышение эффективности использования природного газа в теплоэнергетике с помощью термохимической регенерации / В. Г. Носач, А. А. Шрайбер // Промышленная теплотехника. – 2009. – Т. 31. – № 3. – С. 42–50.

4. Применение синтез-газа в качестве добавки к основному топливу в транспортных средствах: состояние и перспективы / В. А. Кириллов, Н. А. Кузин, В. В. Киреенков [и др.] // Теоретические основы химической технологии. – 2011. – Т. 45, № 2. – С. 139–154.

УДК 621.182.12

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СУДНОБУДУВАННЯ

Семенов М.М. Шаповалов Ю.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна)

Вступ та актуальність: Суднобудування висуває дуже високі вимоги до безпеки і комфорту на борту судна. Матеріали і конструкції повинні забезпечувати пожежну безпеку, бути протестовані відповідно з правилами і резолюціям IMO (International Maritime Organization). Судна експлуатуються в різних кліматичних умовах, що висуває високі вимоги до теплової ізоляції. Крім цього, у всьому світі економічні та екологічні вимоги в суднобудуванні по використанню енергії та впливу на навколишнє середовище стають все більш жорсткими.

Мета роботи: Провести дослідження сучасних теплоізоляційних матеріалів, визначити види і характеристики.

Темою даної роботи є аналіз та класифікація теплоізоляційних матеріалів, для використання в суднобудуванні.

Основна частина:

Багато сучасних теплоізоляційних матеріаів не тільки перешкоджають тепловтратам в північних широтах, але й захищають в теплих від проникнення теплового випромінювання.

Зараз ринок пропонує широкий асортимент синтетичних теплоізоляційних матеріалів, що мають кращі технічні характеристики в порівнянні з традиційними.

Пінополістирол, його переваги та недоліки:

Популярність цього утеплювача обумовлена його низькою вартістю і відмінними експлуатаційними якостями. Особливо варто відзначити такі переваги пінополістиролу: більш низька, у порівнянні з мінераловатними утеплювачами, теплопровідність (це дозволяє товщину шару утеплювача зробити меншою); доступна вартість (пінополістирол дешевше мінеральної вати); зручність монтажу (даний матеріал добре піддається обробці). До недоліків пінополістиролу можна віднести: меншу паропроникність, у порівнянні з мінераловатними утеплювачами та більш високу горючість.

Пінополістирол незважаючи на деякі свої недоліки, широко використовується для утеплення. Використання цього матеріалу для теплоізоляції обходиться в три - чотири рази дешевше, ніж застосування іншого утеплювача, зокрема мінеральної вати.

Мінеральна вата на кам'яній основі.[1

Відмінною особливістю волокон мінеральної вати є її здатність не плавитись, витримувати температуру більше 1000°С. Завдяки цьому мінеральна вата перешкоджає поширенню вогню і захищає від загоряння конструкції об'єктів, побудованих з горючих матеріалів. Мінеральна вата практично не вбирає вологу, тому залишається сухою і зберігає низьку теплопровідність, навіть якщо на її поверхню потрапляє волога. До численних переваг мінеральної вати також відноситься високий опір механічним впливам.

Для утеплення можна застосовувати матеріали зі скловолокна. Скловолоконні матеріали мають найкращі якості для теплоізоляції фасадів об'єктів, до яких відноситься: пожежна безпека; економічність при транспортуванні; простота монтажу; низький коефіцієнт теплопровідності (від 0,035 до 0,044 Вт/м К), завдяки здатності скловолокна міцно утримувати повітря, і, як наслідок, відмінні теплоізоляційні властивості (теплоізоляція зі скловолокна може надійно захищати взимку від холоду, а влітку - від спеки); стійкість до вологи (завдяки своїй негігроскопічності теплоізоляційні властивості не погіршуються при попаданні на матеріал вологи); екологічність. (утеплювач зі скловолокна не виділяє шкідливих речовин і безпечний для здоров'я, на ньому не утворюється цвіль і гниль).

Пінофольгірований утеплюючий матеріал [2]

Такий утеплювач являє собою шар поліетиленової піни, яка з двох сторін затиснута алюмінієвою фольгою. Особливостями цього матеріалу є мала вага і низька теплопровідність (показник теплопровідності цього утеплювача 1,5 рази менше, ніж у базальтових утеплювачів). До переваг цього матеріалу можна віднести простоту монтажу. З недоліків варто відзначити абсолютну паро-і газонепроникність.

Утеплювач з пресованої пробки. Такий досить екзотичний утеплювач, як пресована пробка, виготовляється з кори коркового дуба, який росте в Середземномор'ї. Даний утеплювач випускається в рулонах і плитах, має дуже привабливий вигляд, є екологічно чистим матеріалом.

Висновок: Після аналізу найкращих теплоізоляційних матеріалів було доказано, що:

-мінеральна вата і пінополістирол найбільш затребувані утеплювачі для теплоізоляції;

-монтаж плит мінеральної вати схожий на технологію укладання пінополістиролу;

-ці два утеплювача мають схожі технічні характеристики, тому коли вирішують чим краще утеплювати , в першу чергу порівнюють саме ці два утеплювача.

В більшості випадків вибирають полістирольні плити. Цей матеріал не тільки сам по собі дешевше мінеральної вати, але і його укладання не вимагає спеціальних навичок або складних інструментів. Але при використанні такого виду теплоізоляції зовні, не варто скидати з рахунків, що даний матеріал має невелику механічну міцність. Для утеплення суден виробники випускають спеціальні види паропроникного пінопласту з ущільненим зовнішнім шаром. Але вартість такого матеріалу не менше вартості мінеральної вати. Такий утеплювач, як екструдований пінополістирол, не підходить для утеплення суден, оскільки має нульову паропроникність. При використанні пінополістиролу в нього краще додавати спеціальні речовини, що перешкоджають горінню матеріалу. Наприклад, пінопласт з антипіреном набуває високих протипожежних властивостей.

Список літератури:

1. Техническая изоляция.Судовая изоляция/Применения материалов [Electronic resourse] ode of access: World Wide echnical.insulation@paroc.com (viewed on September 8, 2017).– Title from the screen.

2. SeaRox Изоляционные материалы для судостроения и строительства морских нефтегазопромысловых сооружений. [Electronic resourse] ode of access: World Wide www.rockwool.ua(viewed on September 8, 2017).– Title from the screen.

УДК 621.436.016

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ НАДДУВНОГО ПОВІТРЯ МОД ЗА ДОПОМОГОЮ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ДВИГУНА СТИРЛІНГА

Шалапко Д.О., Пирисунько М.А., Гончаров В.Г., Галіченко С.А.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Термодинамічні показники сучасних поршневих ДВС близькі до граничного теоретично можливого рівня. Однак, при цьому в корисну роботу перетворюється не більше 45-46% термохімічної енергії палива. Решта теплоти, що виділилася при згорянні палива, «губиться» або з поверхні двигуна і його систем, або з його відпрацьованими газами (ОГ). Одним з важливих варіантів для утилізації теплових ресурсів ДВЗ є енергія наддувочного повітря (НП).

Утилізація теплоти наддувочного повітря МОД займає провідну позицію в розвитку сучасних ДВС. Існує ряд технічних систем, які можуть бути використані для утилізації теплоти наддувногоповітря МОД з метою трансформації її в роботу. Особливий інтерес представляє можливість застосування теплової енергії НП для забезпечення роботи двигуна Стірлінга (ДС). У свою чергу ДС буде приводним двигуном, що працює на генератор. У науковій літературі застосування такого роду систем має назву стирлінг-електрична установка (СЕУ). Проте не зважаючи на поширеність робіт щодо застосування двигуна стирлінга в промисловості, проте застосування такого роду установок на судні майже не описано в сучасній науковій літературі.

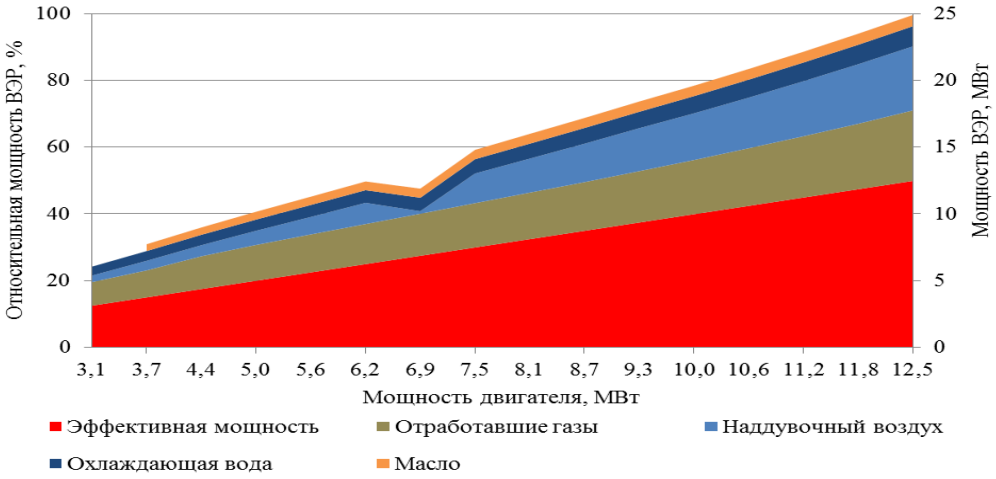


Рисунок 1. Розподіл теплового балансу сучасних ДВЗ

Ефективність застосування таких установок багато в чому визначається досконалістю системи передачі теплоти від НП до робочого тіла ДС, яка повинна забезпечити стабільну температуру нагрівача стирлінга і сталість швидкісного режиму СЕУ незалежно від коливань температури НП.

Основними труднощами при розгляді можливості застосування СЕУ на існуючих транспортних засобах є створення якісної передачі теплової енергії у вигляді теплообмінника між наддувочним повітрям та робочою камерою двигуна, підбір проміжного теплоносія, і визначення техніко-економічних характеристик даної установки.

Висновок: розглянуто можливості застосування СЕУ в системі наддувного повітря МОД за допомогою проміжного теплоносія для утилізації теплоти. Використання стирлінг-електричної установки для утилізації теплоти наддувного повітря являє собою цілий напрям для дослідження. Проте на даному етапі виникає цілий ряд питань, серед яких:

- розрахунок та проектування теплообмінного апарату для відбору енергії наддувного повітря;
- обрання посереднього теплоносія між теплообмінним апаратом та двигуном стирлінга;
- розрахунок потужності стирглінг-енергетичної установки та зміни ККД суднової енергетичної установки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Двигатели Стирлинга / В.Н. Даниличев, С.И. Ефимов, В.А. Звонок и др.; под ред. М.Г. Круглова. – М.: «Машиностроение», 1977.
2. Двигатели Стирлинга. Пер. с англ. Под ред. В.М. Бродянского. - М.: Мир, 1975.
3. «Двигатель с внешним подводом теплоты». Патент №2105156 от 23 июня 1995 г., РФ.
4. Уокер Г. Двигатели Стирлинга: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1985.

5. Уокер Г. Машины, работающие по циклу Стирлинга: Пер. с англ. - М.: Энергия, 1978.
6. Кукис В.С. Утилизационная стирлинг-электрическая установка / В.С. Кукис, В.В. Шуховцев // Совершенствование систем автомобилей, тракторов и агрегатов: сб. статей / Российская академия транспорта, АлтГТУ. - Барнаул, 2003. - С. 6-9.

УДК 629.5.062.2

ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ У ПРОЕКТАХ МОДЕРНІЗАЦІЇ СУДЕН

Лисун А. С., Ратушняк Л. П., Ратушняк І. О.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Почався відлік часу в області модернізації та переоснащення світового морського флоту, метою якого є забезпечення відповідності все більш жорсткому природоохоронному законодавству. Як приклад, можна привести Конвенцію ІМО про контроль та управління судновими баластовими водами (BWM), яка повинна була набути чинності 8 вересня 2017 року. По мірі наближення строків, судновласники прагнули мінімізувати термін знаходження у портах та доках для установки систем очищення баластових вод (BWTS) і систем зменшення викидів відпрацьованих газів (наприклад, скрубери).

У ході виконання проектів модернізації може виявитися проблемним встановити устаткування на основі існуючих креслень, оскільки вони вже найчастіше застарілі. У таких випадках лазерне сканування є відмінним рішенням для створення точних тривимірних моделей об’єктів, що розглядаються.

Визначення розмірів та проектування установок може виявитися ускладненим, якщо відсутні фактичні креслення побудови або їх точності неможливо повністю довіряти, або після побудови судна встановлювалися нове устаткування, або змінювалася прокладка трубопроводів.

Внутрішні обсяги приміщень на суднах дуже обмежені, тому виявити наявність доцільної області для установки всього необхідного очисного устаткування досить проблематично.

Лазерне сканування дозволяє одержати точні 3D моделі таких обсягів та спрощує перевірку наявності достатнього місця на судні для запланованих пристроїв та механізмів. Матеріали сканування можна також використовувати при плануванні робіт із технічного обслуговування та ремонту [1].

Метод лазерного сканування.

При лазерному скануванні створюється тривимірна хмара точок цілі. Тільки області поверхонь компонентів, видимих із точки огляду сканера, включаються до одного скану. Щоб уникнути сліпих зон, сканування проводиться із декількох різних положень.

Мітки для сканування розміщуються у області сканування, щоб спростити комбінацію різних сканів. Цими мітками, зазвичай, є паперові мітки або магнітні сфери. Як тільки сканування завершено, вони поєднуються напівавтоматично програмним забезпеченням до, так званих, «Point clouds» (рис. 1) [2]. Якщо точки розташовані досить щільно, у хмарі точок можна побачити чіткі геометричні фігури. У залежності від вимог проекту, хмари точок можуть використовуватися системами проектування у цій формі (наприклад, CADMATIC 3D; AVEVA MARINE), або для створення реальних моделей САПР.

Рис. 1. Приклад отриманого «Point cloud» відсканованної ділянки судна до модернізації

При модернізації суден системами очищення баластових вод та скруберними системами встановлюються декілька модулів механізмів. Вони підключаються до існуючих систем судна наряду із необхідними змінами у трубопроводах, резервуарах та автоматиці. Це, в основному, пов'язано із розміщенням устаткування та технологічними з'єднаннями, і у цих випадках хмара точок зазвичай є достатньою (рис. 2) [3].

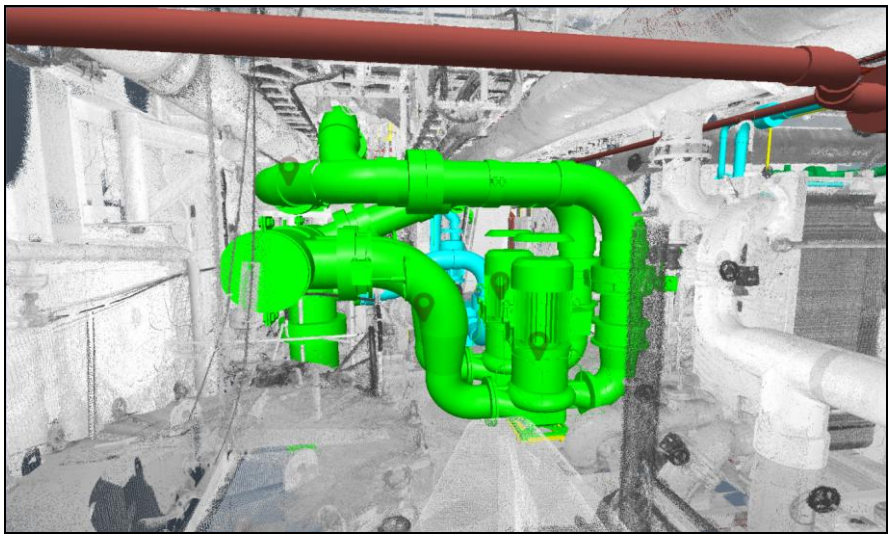


Рис. 2. Приклад моделі у «Point cloud» після модернізації

Оптимальне розміщення є метою при установці нового обладнання, і це досягається розміщенням 3D моделей устаткування та всього необхідного обладнання у хмарі точок, після чого планується підключення до існуючих технологічних процесів та пов'язані з цим зміни.

Використання лазерного сканування та отримання «Point clouds» дозволяє оптимально моделювати нові трубопроводи систем і уникати перетину із існуючими трубопроводами та конструкціями на судні, при цьому максимально раціонально використовувати вільні обсяги суднових приміщень.

Список літератури

1. https://www.cadmatic.com/.

2. CADMATIC Marine Magazine, 2017. – №1.

3. http://www.zalivdesign.com/.

УДК 65.9

ВПЛИВ КУРСУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ВАЛЮТИ НА ВАРТІСТЬ РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СУДНОВОГО УСТАТКУВАННЯ

Кісєтов Ю. В., Ратушняк І. О.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв

Проблеми визначення обґрунтованої вартості суднового устаткування має важливе значення при розв’язанні широкого кола задач їх проектування та експлуатації. Це, наприклад, питання встановлення:

– витрат, пов'язаних із планово-профілактичними ремонтами або плановим переобладнанням судна;

– витрати на технічне обслуговування та гарантійний ремонт;

– витрати на роботи, пов'язані з реконструкцією чи переобладнанням;

– витрати на ремонт або заміну окремих частин, деталей та устаткування у зв'язку із зносом, технічним браком, моральним старінням;

– витрати із заміни окремих вузлів, деталей та агрегатів після аварійних випадків, тощо.

Деякі особливості визначення розмірів таких витрат вже досліджувалися авторами [1–5]. Суттєвий інтерес має питання впливу курсу української гривні до іноземних валют на розрахунки складових вищевказаних витрат.

На рис.1 наведено динаміку змін курсу гривні до американського долара за останні десять років [6]. Фахівцям і власникам суден потрібно враховувати цей параметр на протязі 20–25 років. При цьому вартість питання вимірюється значними цифрами. У табл. 1 наведена середня вартість ремонту окремих елементів

енергетичного устаткування, а у табл. 2 – відносна вартість усунення пошкоджень в залежності від причини аварій суден згідно [3].

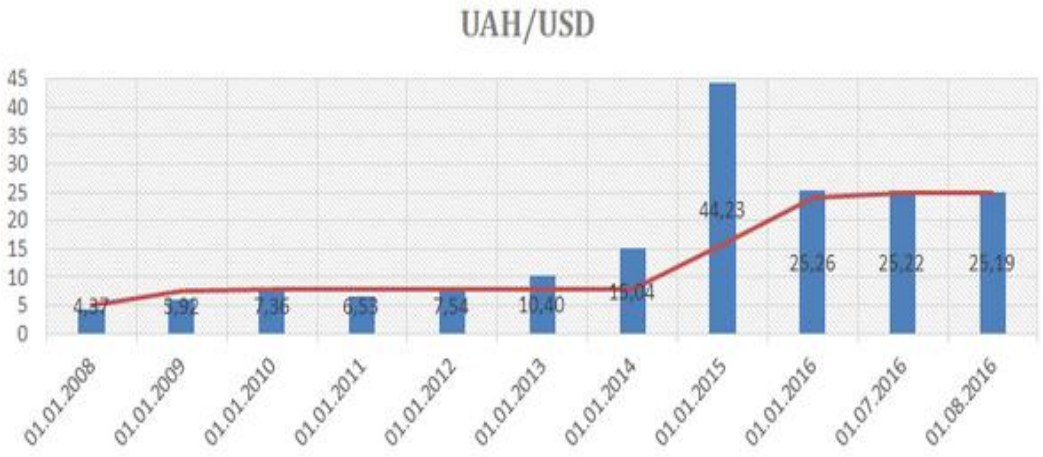


Рис.1 Динаміка курсу гривні до американського долара

На прикладі математичних моделей, які розроблялися авторами у [4, 7–8] наведено рекомендації для розрахунку та прогнозування складових витрат на ремонт і технічне обслуговування елементів суднового енергетичного устаткування.

Таблиця 1 Найбільш типові поламки суднових дизелів

Вид неполадки	Частота, %	Доля 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 та 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 %
Осідання на мілину	21 %
Інші	6 %

Список літератури

1. Кісєтов Ю.В., Ратушняк І.О., Колесник Н.Ю. Аналіз аварійності обладнання суднових енергетичних установок / Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк, Н.Ю. Колесник // Суднова енергетика: стан та проблеми: VI міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів, науковців та фахівців, 2013 р. : матеріали конф. – 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. Кисетов Ю.В., Ратушняк И.А., Колесник Н.Ю. Оценка стоимости оборудования СЭУ в процессе эксплуатации / Ю.В. Кисетов, И.А. Ратушняк, Н.Ю. Колесник // Суднова енергетика: стан та проблеми: VI міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів, науковців та фахівців, 2013 р. : матеріали конф. – Миколаїв, НУК, 2013. – С.106–107.

4. Кісєтов Ю.В., Кукліна О.Ю., Ратушняк І.О. До питання розрахунку збитків при аварії судна / Ю.В. Кісєтов, О.Ю. Кукліна, І.О. Ратушняк // V міжнародна науково-технічна конференція “Інновації в суднобудуванні та океанотехніці”, 2014 р. : електронне видання conference.nuos.edu.ua. – Миколаїв, НУК, 2014.

5. Кісєтов Ю.В., Ратушняк І.О., Ратушняк Л.П. Обгрунтування вартості ремонту суднових механізмів після аварійних випадків / Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк, Л.П. Ратушняк // третя міжн. науково-техніч. конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», 04-06.10.2012 р. : матеріали конф. – Миколаїв, НУК, 2012. – С. 608–610.
6. http://dengi.ua/finance/288752-Ne-vremya-dlya-paniki-Chto-ygrojaet-stabilnosti-grivni.
7. Борисенко В.Д., Кисетов Ю.В. 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., Ратушняк І.О. Особливості визначення розмірів страхового відшкодування по загальній аварії судна / Ю.В. Кісєтов, І.О. Ратушняк // міжнарод. наук.-техніч. конференція "Безпека мореплавання та її забезпечення при проектуванні та будуванні суден (БМС-2007)" : 2007 р. : матеріали конф. – Миколаїв, НУК, 2007. – С. 71–72.

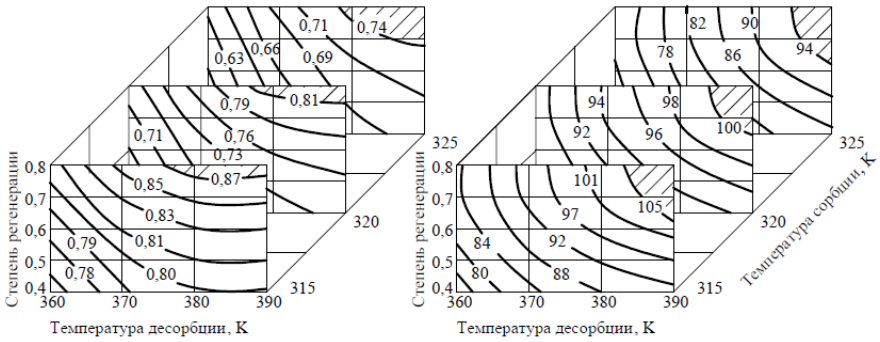
ПОТУЖНІСТЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З МАЛООБЕРТОВИМ ДВИГУНОМ, ЩО ПРАЦЮЄ НА МЕТАНОЛІ, ТА МЕТАЛОГІДРИДНОЮ УТИЛІЗАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ

М. Р. Ткач, д-р техн. наук, проф., Б. Г. Тимошевський, д-р техн. наук, проф., Ю. М. Галинкін, к.т.н.
Україна, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Сучасні моделі малообертових двигунів характеризуються високими значеннями паливної економічності і енергетичної ефективності. Особливістю таких машин фірми MAN Diesel & Turbo є їх можливість працювати на природному (LNG) і нафтовому (LPG) газі, це модифікації ME-GI і ME-LGI відповідно. Також в 2016 році фірма MAN Diesel & Turbo ввела в експлуатацію модифікацію ME-LGIM, здатну працювати на рідкому нафтовому, газоподібному (LPG) паливі, а також на метанолі [1]. На сьогоднішній день двигун 7S50ME-LGIM встановлений на танкер-хімовоз Manchac Sun (IMO 9724013) [2], який використовується для перевезення метанолу.

Незважаючи на високу енергетичну ефективність сучасних моделей малообертових двигунів, значна частина теплової енергії, що виділилася при згоранні палива, відводиться в навколишнє середовище. Таку енергію можна використовувати для виробництва додаткової механічної або електричної потужності в металогідридних утилізаційних установках безперервної дії [3]. Особливістю таких установок є їх багатокомпонентне робоче тіло, що складається з водню, металогідридного матеріалу і рідини носія. При цьому металогідридний матеріал підбирається відповідно до температурного діапазону вторинних енергоресурсів малообертового двигуна і при нагріванні забезпечує виділення водню при відносно високому тиску, а при розширенні - поглинання водню при відносно низькому тиску. Перепад тиску водню використовується у водневій розширювальній машині для виробництва корисної потужності. Поглинання водню відбувається завдяки охолодженню металогідридного матеріалу забортною водою в спеціалізованому апараті - сорбер. При цьому описані процеси відбуваються в утилізаційній установці одночасно у відповідних апаратах.

Шляхом математичного моделювання встановлено, що значення ефективної потужності, що виробляється утилізаційною металогідридною установкою безперервної дії, для температури десорбції $T_Д$ = 360 ... 390 K, ступеня регенерації теплової енергії r_t = 0,40...0,8 температури сорбції T_a = 315 K, температурі охолоджуючого контуру на вході в сорбер (температурі забортної води) T^{BX}_{cool} = 393 K становить 0,78...0,87 МВт.



а) б)

Рис. 1. Ефективна потужність, МВт (а) і відношення ефективної потужності до площі теплообмінних апаратів, Вт/м^2 (б) утилізаційної металогідридної установки безперервної дії ДВЗ 7S50ME-LGIM

Відношення ефективної потужності утилізаційної металлогидридной установки безперервної дії до площі теплообмінних апаратів $F_{ОТ}$, при температурі сорбції T_a = 315 К, становить 80 ... 105 Вт/м^2.

Література

1. Using Methanol Fuel in the MAN B&W ME-LGI Series [Електронний ресурс] /http://marine.man.eu/docs/librariesprovider6/technical-papers/5510-0172-00ppr_using-methanol-fuel-in-the_low.pdf?sfvrsn=18. Режим доступу на 22.06.2017.
2. MANCHAC SUN: Methanol-fuelled methanol carrier [Text] // Significant ships of 2016. — Stephen and George, Gost Mill Road, Dowlais, Merthyr Tydfil, CF48 3TD, Wales. – 2017.
3. Ткач, М. Р. Эффективность утилизации низкопотенциального тепла металлогидридными установками непрерывного действия / М. Р. Ткач, Б. Г. Тимошевский, С.М. Доценко, Ю. Н. Галынкин // Авиационно-космическая техника и технология – 2014. –№ 9(116). – С. 39–44.

УДК 621.18.063

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ІГОЛЧАСТО ОРЕБРЕНИХ КОНВЕКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ СУДНОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Долганов Ю. А., канд. техн. наук
Костик М. П., магістрант
Кисельов В. А., магістрант
Крамний І. В., магістрант
Україна, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

В конструкціях сучасних суднових котлів фірм Alfa-Laval Aalborg, Kangrim та ін. з метою підвищення ефективності теплообміну, зменшення аеродинамічного опору та покращення масогабаритних показників використовуються конвективні іголчасто-оребрені елементи (рис.1) [1, 2]. Так як виробники не публікують дані щодо ефективності котлів з даним типом оребрення, то для визначення впливу такого рішення на теплову ефективність та експлуатаційні показники котельної установки судна необхідно провести дослідження та розробити методику розрахунку таких поверхонь нагріву.

Основною проблемою для визначення ефективності такого рішення є різноманіття конструкцій та способів використання таких конвективних елементів. Аналіз літературних джерел показав, що найбільш придатними для розрахунків при поперечному та поздовжньому омиванні є залежності наведені у [3] для проволочно-оребрених поверхонь. Визначення коефіцієнта забруднення та коефіцієнта повноти омивання також викликає багато складностей пов'язаних з конфігурацією газоходу і характером течії газів.

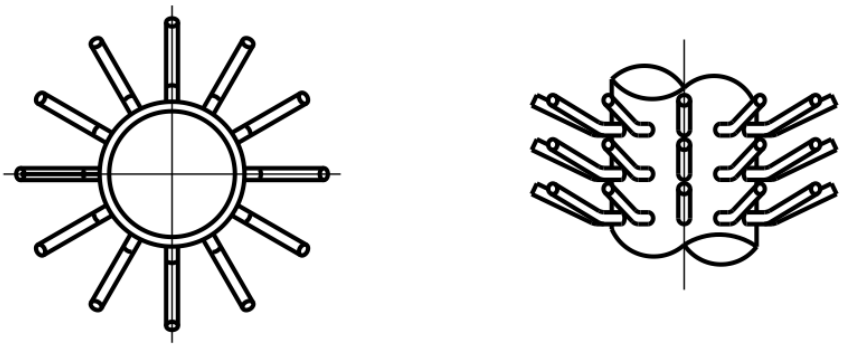


Рис.1 Конвективні елементи з іголчастим оребренням

Основним показником, за яким можна оцінити вплив використання котлів за іголчасто оребреними елементами на експлуатаційну ефективність суднової енергетичної установки є коефіцієнт використання теплоти палива [4].

$$\eta_{В.Т} = \frac{N_R + P_e^{ДГ} + Q_s^{ДК} + Q_{ОУ}}{Q_{пал}^{ГД} + Q_{пал}^{ДГ} + Q_{пал}^{ДК}}$$

Розглянувши деяку усереднену СЕУ судна, очевидно, що підвищення теплової потужності допоміжного котла $Q_s^{ДК}$, яку забезпечить використання більш розвинених поверхонь нагріву, збільшить коефіцієнт використання теплоти палива та економічність енергетичної установки в цілому.

Тобто розробка методики, яка дозволить визначити ефективність використання іголчасто оребрених елементів в конвективних поверхнях нагріву суднових котлів є актуальною задачею та потребує подальших досліджень.

Висновок. Проведений аналіз конструкцій сучасних суднових допоміжних котлів показав, що однією з тенденцій щодо підвищення теплової та експлуатаційної ефективності є використання розвинених конвективних поверхонь нагріву з іголчастим оребренням. В результаті проведеного інформаційного пошуку було визначено, що відсутність методики розрахунку іголчастого оребрення робить неможливим визначення величини впливу таких конвективних поверхонь на ефективність суднової енергетичної установки в цілому. Поставлена основна задача дослідження рішення якої приведе до отримання наукового результату.

Список літератури.

1. Alfa-Laval Marine [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.alfalaval.com/industries/marine-transportation/marine

2. Industrial and marine boilers [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.kangrim.com/boilers

3. Кузнецов Н.В. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) [Текст] / Кузнецов Н.В. - М: Энергия, 1973. – 296 с.

4. Горбов В.М. Енциклопедія суднової енергетики: підручник [Текст] / В.М.Горбов. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с

УДК 662.612.31

МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ, ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА НАДІЙНОСТІ СЕУ

Колбасенко О.В., Горячкін А.В., Димо Б.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Необхідність виконання усіх вимог міжнародних організацій в області охорони навколишнього середовища при одночасному зменшенні теплових втрат при спалюванні органічних палив, вартість яких зростає, підвищення економічності і надійності роботи усіх елементів СЕУ зумовлюють розгляд всіх можливостей виконання вказаних задач у вигляді комплексної технології послідовно на всіх етапах: підготовки палива до спалювання, самого процесу горіння, процесів тепломасообміну, зниження швидкості низькотемпературної корозії (НТК); забезпечення можливості використання не тільки явної теплоти газів, а і теплоти конденсації пари H_2SO_4 і H_2O, що містяться в димових газах; очистки газів від токсичних інгредієнтів. Це вимагає відповідної організації теплових і фізико-хімічних процесів, які забезпечать можливість виконання цих задач.

Для створення комплексної системи очистки необхідно прийняти такі технологічні і конструктивні рішення, що направлені на інтенсифікацію тих процесів, які одночасно впливають на: інтенсивність горіння ВПЕ; склад і кількість токсичних інгредієнтів і парникових газів; відповідне проходження фізико-хімічних процесів в конденсаті H_2SO_4, що визначають зниження інтенсивності корозійних процесів, а значить підвищення надійності низькотемпературних поверхонь нагріву (НТПН) і глибину утилізації теплоти димових газів; інтенсифікацію теплообміну (як випромінюванням, так і в конвективних поверхнях) по всьому газовому тракту, починаючи з топки (камери згоряння) і до зрізу димової труби. Для забезпечення необхідного проходження вказаних процесів треба відповідно організувати режим горіння, при якому буде отримано необхідний склад димових газів, який забезпечить інтенсифікацію процеса абсорбції з газової сторони.

Необхідний рівень кінцевих екологічних показників роботи всіх паливоспалюючих агрегатів СЕУ (головного двигуна (ГД), допоміжного котла (ДК), дизель-генератора (ДГ)) формується впродовж всього технологічного тракту, починаючи від підготовки палива необхідної якості. Цей рівень обумовлюється насамперед умовами спалювання сірчистого палива в топці ДК і в камері згоряння ГД і ДГ (ДВЗ або ГТД). Тому важливим фактором являється якість і стан води, що використовується як для приготування ВПЕ, так і для проведення інтенсивної абсорбції NO_x, SO_2, CO_2 в скруберах.

Як показали проведені наукові дослідження, першорядним і вирішальним фактором для вирішення поставлених задач при розробці комплексної системи являється організація процесу спалювання в паливоспалюючих агрегатах СЕУ кавітаційно підготовлених ВПЕ (на основі сірчистих палив) з водомісткістю біля 30%, що забезпечує необхідну енергію мікровибухів крапель ВПЕ і відповідну турбулентність у факелі

палива, що згоряє, внаслідок чого зменшується концентрація твердих часток і знижується забруднення поверхонь нагрівання. При спалюванні такого складу ВПЕ на виході із зони горіння внаслідок автоматичного (природнього) проходження фізико-хімічних процесів у складі димових газів з'являється суміш оксидів азоту з співвідношенням компонентів NO_2 : NO близького до еквімолярного співвідношення 0,35…0,5, при якому при температурах поверхні нижче ТТР пари H_2SO_4 має місце найбільш інтенсивна абсорбція конденсатом сірчаної кислоти оксидів азоту. Це забезпечує появу пасивної плівки на поверхні металу і внаслідок цього різке зниження НТК до рівня 0,15 мм/рік при горінні кавітаційної ВПЕ, підготовленої з використанням дистиляту, з надлишком повітря α навіть на рівні 1,45 (при відсутності кислотного «піку») в межах температури поверхні металу 140…70°С. В зв'язку з цим з'являється можливість не тільки забезпечити зниження швидкості НТК, але й інтенсифікувати абсорбцію NO_x і SO_2, бо природно (автоматично) при $t_{ст}$ =110°С складається концентрація сірчаної кислоти на рівні 57%, при якій різко зростає абсорбція SO_2. Крім того, в зв'язку з різким зменшенням інтенсивності НТК можливо знизити температуру газів на виході з котла до рівня 80…90°С, що суттєво зменшує втрату теплоти з відхідними газами із котлів (звичайно ця температура знаходиться на рівні 150…170°С) і забезпечити більш глибоку утилізацію теплоти цих газів шляхом встановлення конденсаційних поверзонь нагрівання. Відсутність «піку» НТК забезпечує надійність і більшу довговічність роботи НТПН при перемінних режимах роботи паливоспалюючих установок.

Експериментально доведено, що при ударному навантаженні на водяні розчини істотно змінюються фізико-хімічні і хімічні властивості води. Кавітація активує молекули води і розчинені в ній гази, а також призводить до її дисоціації. В першу чергу суттєво змінюється у воді концентрації H^+ і OH^-.

Можливості покращення режиму горіння ВПЕ і зростання тепловиділення в топці (камері згоряння ДВЗ) залежать від приготування води відповідної якості для підготовки ВПЕ. При кавітаційній обробці цієї води і самої ВПЕ забезпечується додаткова активація горіння, бо активована вода у складі ВПЕ привносить додаткову відповідну кількість іонів H^+, OH^-. В момент мікровибухів крапель ВПЕ в повітропаливній суміші звільняються іони H^+ і OH^- і додатково вносяться такі ж іони внаслідок кавітаційної обробки води для приготування ВПЕ, що інтенсифікує процес горіння і забезпечує участь цих компонентів в інтенсифікації розвитку водневих ланцюгових реакцій окиснення. Крім того, має місце збільшення в NO_x вмісту NO_2 і наближення відношення NO_2 : NO до еквімолярного значення в кінці зони горіння. Це явище розглядається, як першорядне в організації очистки газів.

Як показують розрахунки і експериментальні дослідження зниження температури на виході із зони активного горіння, а потім і на виході із топки приблизно на 70…100°С, частково пов'язано з витратою теплоти на випаровування води, що міститься в емульсії, але в основному пояснюється зростанням інтенсивності теплообміну випромінюванням: більша частина теплоти передається випромінюванням на екранні поверхні, які практично чисті внаслідок їх очистки при мікровибухах ВПЕ, що горить. Це дозволяє або зменшити розміри топки, або збільшити витрату пари, що отримується в екранах топки, що забезпечує ресурсозбереження.

Внаслідок збільшення швидкості горіння, інтенсивності теплообміну зростає темп падіння температури газів у факелі, що також сприяє зниженню утворення NO_x. Як показали експериментальні дослідження внаслідок дії розглянутих процесів має місце зниження на виході з топки NO_x в 3,6 рази, SO_2 в 2,9 рази. При температурі газів нижче 300°С (перед економайзером) з'являється аерозоль H_2SO_4, як і в сірчанокислотному виробництві за нітрозним механізмом. Таке ж зниження концентрації NO_x має місце при спалюванні сірчистої ВПЕ з W^r=30% в ДВЗ.

При спалюванні ВПЕ з водовмістом біля W^r=30% ($W^r_{вп}$=42,8%) за рахунок отримання майже еквімолярного співвідношення NO_2 : NO в газах природно і головне постійно (з моменту запалювання і поки іде горіння) створюється пасивація поверхні металу з температурою нижче ТТР H_2SO_4 і тому з'являється можливість суттєвого зниження НТК конденсаційної поверхні.

Спалювання ВПЕ з водомісткістю біля W^r=30% забезпечує суттєве зниження інтенсивності НТК при температурах поверхонь нагріву нижче 130°С (що нижче реальної ТТР пари сірчаної кислоти в забрудненнях на НТПН) і впритул до 70°С. Тому можливо на виході із ДК і УК встановлення конденсаційних поверхонь і зниження температури відхідних газів до 90…80°С при натиску Δt=20…10°С, а значить підвищення ККД ДК до 95 % і глибини утилізації вихлопних газів в УК після ГД до 70% (замість 45%).

УДК 536-12. 536.2. 621.48

ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОАКУСТИЧНИХ СИСТЕМ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕПЛОВИХ РЕСУРСІВ

Коробко В.В.,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Україна

Питання раціонального використання енергетичних ресурсів зберігає свою актуальність на протязі багатьох років. Так, для зменшення споживання енергії в енергетиці, на транспорті застосовуються новітні ефективні теплові двигуни (ТД), в промисловості запроваджуються інноваційні технології. Для технологічних процесів в промисловості, розроблені численні схемні рішення. Значного розвитку отримали технології використання відновлювальних теплових ресурсів – сонячна енергетика.

Можна бачити, що часте за все найбільша увага приділялася використанню високотемпературних теплових ресурсів, оскільки в цих випадках можна застосувати технології регенерації, реалізувати когенераційні або тригенераційні схеми, то що.

Одночасно, вдосконалення ТД та впровадження енергозаощаджуючіх технологій в виробництві ведуть до зниження температури скидних теплоносіїв, що в свою чергу, ускладнює використання відомих схем.

Прикладом може бути суднова енергетика, де прослідковується тенденція до зменшення використання на транспортних суднах традиційних систем глибокої утилізації теплоти, що пов'язано з їх високою вартістю, низькою надійністю та коштовним обслуговуванням. В таких умовах схеми утилізації скидної теплоти енергетичних установок транспортних суден втрачають свою привабливість, але в цей же час, на суднах типу FSPO ці установки знаходять широке використання.

Зрозуміло, що за таких обставин зберігається попит на розробку нових інноваційних технології енергозбереження, таких як регенерація скидної теплоти шляхом термохімічної конверсії та інші. Впровадження в судновій енергетиці LNG палив ставить питання створення технологій вжитку їх кріогенного потенціалу.

Одним із перспективних шляхів утилізації вторинних низькотемпературних (НТ) теплових енергоресурсів є використання термоакустичних теплових машин (ТАТМ). Ці апарати суттєво відрізняються від механічних систем простою конструкцією, відсутністю рухомих частин та шкідливих робочих речовин. Завдяки цьому ТАТМ притаманні висока надійність, відносна мала вартість, нейтральність до довкілля, можливість роботи від будь яких зовнішніх джерел енергії.

Для роботи термоакустичних двигунів вирішальною є різниця температур між джерелом та стоком теплової енергії - ТАТМ придатні для безпосереднього вживання кріогенної енергії скраплених газів. Такі установки доцільно запровадити в якості систем регазифікації LNG та LPG палив на суднах та берегових терміналах. Перспективним є використання ТАТМ в системах відновлювальної енергетики, зокрема в складі солярних установок.

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

В результаті проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень вдалось формалізувати базові основи застосування ТАТМ в складі систем енергозбереження та відновлювальної енергетики. Була побудована узагальнююча математична модель процесів енергоперетворення комплексу – «ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ – ТАТМ – ДОВКІЛЛЯ – НАВАНТАЖЕННЯ», яка враховує особливості теплофізичних процесів в елементах ТАТМ та зовнішніх системах.

На рис.1 показана принципова схема такої термоакустичної установки використання низькотемпературних теплових ресурсів.

Особливістю запропонованої схеми є запровадження низки технічних рішень які забезпечують ефективну роботу низькотемпературної ТАТМ:

- використання гравітаційних термосифонів в системі підвода теплоти від зовнішніх джерел енергії до робочого тіла ТАТМ;
- застосування в теплообмінниках ТАТМ поверхонь теплообміну призначених саме для роботи в умовах коливного руху робочого середовища;
- в якості корисного навантаженням ТАТМ, передбачається використовування ТАТМ зворотної дії, або турбогенератора з імпульсною двонаправленною турбіною;
- керування робочими процесами в ТАТМ та зовнішніх системах спеціальною мікропроцесорною системою контролю.

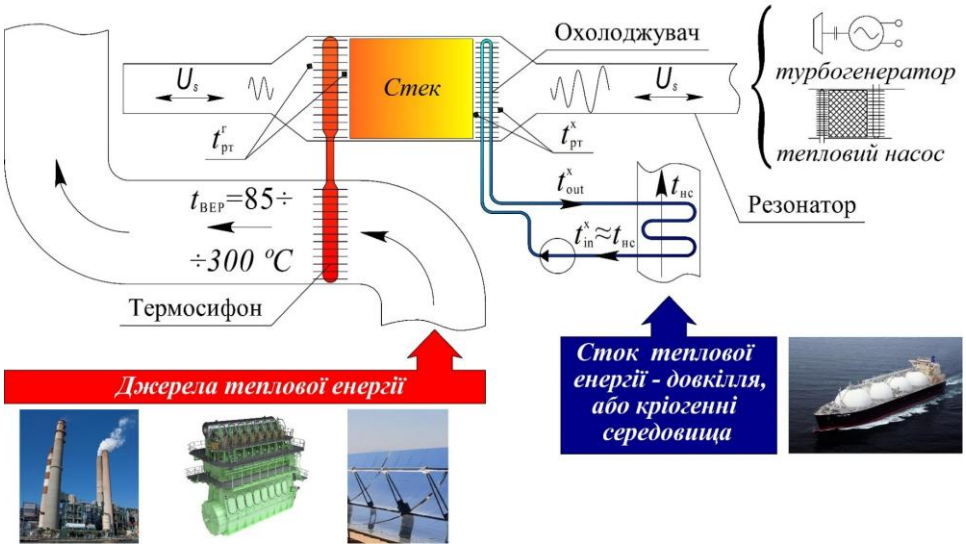


Рис. 1. Принципова схема використання низькотемпературних ресурсів з застосуванням ТАТМ

З метою сприяння впровадженню термоакустичних технології в судновій енергетиці, енергозбереженні та відновлювальній енергетиці були розроблені відповідні технічні рішення, а саме:

- принципова схема термоакустичної системи використання низькотемпературних теплових ресурсів з проміжними теплоносіями та гравітаційними термосифонами;
- визначені найбільш раціональні конструкції теплообмінних поверхонь, які ефективно працюють в умовах пульсуючого середовища;
- розроблена та апробована низька конструктивних заходів для зменшення верхнього порогу робочого температурного діапазону ТАТМ, що значно розширює сферу їх можливого використання;
- запропоновані схеми систем утилізації НТ скидних теплових ресурсів, в тому разі суднових, на базі комбінованих енергетичних установок типу ТД +ТАТМ;
- розроблено схему суднової енергогенеруючої термоакустичної системи використання кріогенного температурного потенціалу скраплених газів;
- показана можливість створення ефективних ТАТМ з корисним навантаженням у вигляді імпульсної двонаправленної турбіни;
- показана можливість створення термоакустичних турбогенераторів в низькотемпературних ТА системах енергозбереження, що дозволяє створювати термоакустичні агрегати з потужністю на рівні 10^2 - 10^3 кВт ;
- сформульовані базові принципи побудови систем керування та контролю робочими процесами в ТАТМ, які мають забезпечити підтримку максимальної потужності в залежності від наявних теплових ресурсів та параметрів довкілля.

УДК 621.311.22

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ НА ИХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

***В.В. Кузнецов*, канд. техн. наук, доц., *А.В. Язловецкий*, ассист., *Г.В.Кузнецов*, студент**
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Утилизация теплоты отработавших газов дизельных двигателей судовых энергетических установок является действенным способом повышения их экономической эффективности. Перспективным направлением является утилизация теплоты отработавших газов судовых дизель-генераторов для выработки горячей воды (рис.1) [1].

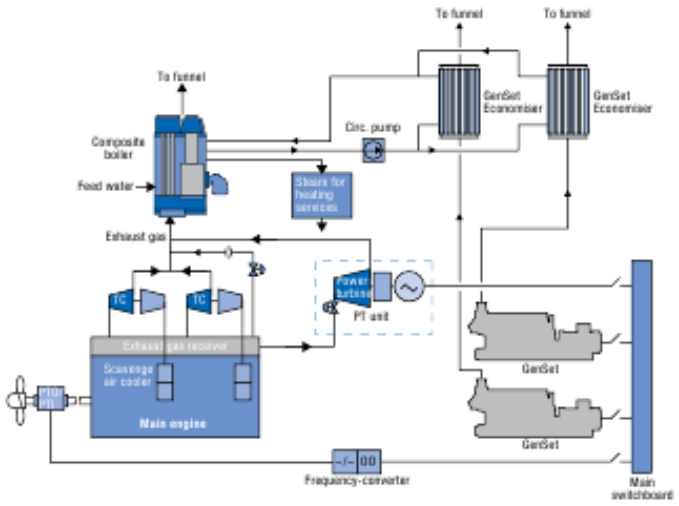


Рис.1. Перспективная схема утилизации теплоты судовой энергетический установки

Для снижения габаритных показателей газовыпускных систем целесообразно совмещение утилизационного котла дизель-генератора с глушителем двигателя. Перспективные конструкции такого глушителя предлагает компания MAXIM SILENCERS, INC. [2], кроме того для этого могуть быть использованы и традиционные утилизационные котлы.

Поскольку такие теплообменники являются газоводяными, то для снижения их массогабаритных показателей целесообразно использовать оребрение. Кроме того, для повышения эффективности таких поверхностей теплообмена, можно использовать трубу-основу эллиптического сечения, для снижения сопротивления при обтекании, с ребрами, профилированными луночными системами [3].

Современные средства математического моделирования позволяют оценить теплообменные характеристики поверхностей теплопередачи для определения наиболее опимального варианта профилирования ребер.

Методами математического моделирования определны теплообменные характеристики трех вариантов теплообменных поверхностей с различным расположением лунок на ребре. Произведено их сравнение по показателю фактора аналогии Рейнольдса [4].

Полученные результаты используются для подготовки рабочих участков для проведения экспериментальных исследований оребренных профилированных поверхностей теплоотдачи.

Перечень использованных источников. **1**. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI. MAN Diesel&Turbo. 2016. 32 p. **2**. Heat recovery silencers for reciprocating engines [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.maximsilencers.com/heat_recovery_silencers.html; **3**. Теплообмінна поверхня. Кузнецов В.В., Кузнецова С.А., Якимович А.В., Кузнецов В.Г., Патент України на корисну модель №69706 10.05.2012 бюл. №9; 4. **Халатов, А.А.** Обобщение опытных данных по фактору аналогии Рейнольдса для интенсификаторов теплообмена различных типов [Текст]/ А.А. Халатов, А.В. Окишев, В.Н. Онищенко – Пром. Теплотехника, 2010, т.32, №5. С.5-13

УДК 628.165:621.44

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ РАБОТАЮЩИХ НА ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ ЗА СЧЕТ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА И УТИЛИЗАЦИИ ВОДЫ

Кузнецова С.А.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина

Одними из основных требований к судовым энергетическим установкам есть повышение экономичности, а так же соблюдение экологических требований. Это связано с принятием Международной Морской Организацией (IMO) приложения VI к MARPOL 73/78. Достижение которых, связано с улучшением процессов сгорания топлива и более глубокой утилизацией теплоты, применению физических и химических способов снижения выбросов.

Поэтому ведущими фирмами производителями дизельных двигателей Pielstick, MAN B&W проведены исследования использования в качестве горючего водотопливных эмульсий с водосодержанием от 10 до 20%. Применение этого топлива снижает: его расход до 5…8%, сопровождается положительным воздействием на состояние основных деталей и узлов дизелей из-за уменьшения тепловых нагрузок; содержание вредных примесей в уходящих газах - NO_x на 20…24%, CO на 10…15%. [1, 2, 3, 4].

Одним из способов дальнейшего совершенствования является использование испарительного охлаждение воздуха перед ресивером турбокомпрессора и утилизации воды из смеси отработавших газов.

Снижение температуры воздуха повышает эффективность работы турбокомпрессора, а дополнительное количество влаги снижает содержание NO_x и CO, а также увеличивает влагосодержание уходящих газах.

Для утилизации воды из уходящих газов с малым содержанием влаги предлагается использовать контактный конденсатор. Эффективность его использования подтверждена результатами эксплуатации контактной газопаротурбинной установки.

Использование контактного конденсатора при испарительном охлаждении воздуха двигателей марки V48/60 мощностью 14…16 МВт и применении водотопливных эмульсий от 10 до 20% позволяет утилизировать дополнительное количество воды от 0,29 до 0,32 кг/с. Использование этого элемента позволит не только утилизировать воду, но и снизить дополнительно тепловые выбросы.

Литература

1. **Патролов Ф.В.** Использование водотопливных эмульсий при эксплуатации судовых ДВС/Текст/ Ф.В. Патролов, О.С. Вахромеев SSSN2073-1574. Весник АГТУ Сер. Морская техника и технологии. №1, 2012.- С.222-225.

2. **Кульчицкий А.П.** Улучшение экологических характеристик дизелей применением водотопливных эмульсий /Текст / А.П. Кульчицкий, А.М. Аттия, А.Н. Гоц Фундаментальные исследования. №10, 2013 - С.1419-1422.

3. **Мироненко И. Г.** Применение водотопливных эмульсий для увеличения срока эксплуатации судовых дизелей / Автореферат диссертации на степень доктора технических наук/ Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat (электронный ресурс: http://www.dissercat.com).

4. **Завгородний Б. В.** Эффективность применения водно-топливной эмульсии (ВТЭ) в дизельных двигателях. Центр энергосберегающих и природоохранных технологий ГИДРОТОПЛИВО (электронный ресурс: http://vortexfuel.com.ua).

УДК 621.981

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СУДОВЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Новошицкий А. В.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина

Производство гнутых тонкостенных элементов, формирующих судовые конструкции, на существующем заводском технологическом оборудовании не всегда рационально. С уменьшением толщины заготовок традиционные технологии формообразования не обеспечивают в ряде случаев необходимого качества гнутых профилей. В таких условиях рациональным является использование на судостроительных предприятиях технологии изготовления профилей гибкой с продольным растяжением и соответствующего профилирующего оборудования [1].

Технологический процесс изготовления тонкостенных гнутых профилей гибкой с продольным растяжением предусматривает: деформирование и захват концевых участков заготовки; приложение растягивающей нагрузки; профилирование локальным силовым воздействием; удаление изготовленного профиля [1].

Профилирующая установки должна обеспечивать осуществление указанных операций для получения профилей повышенной точности и жесткости [2, 3]. Конструктивная схема установки представлены на рисунке 1.

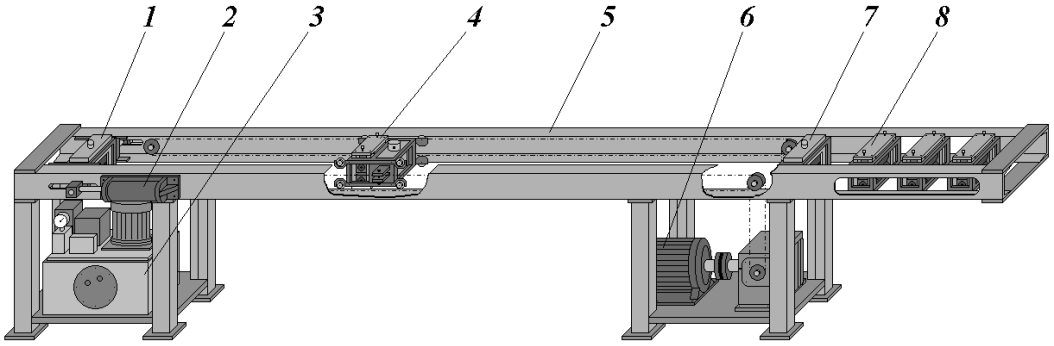


Рис. 1. Конструктивная схема профилирующей установки

Основные технические характеристики установки: сила растяжения заготовки, сила для деформирования и захвата концевых участков заготовки, силы для перемещения профилирующих роликов, определяются согласно расчетам параметров технологического процесса изготовления профилей гибкой с продольным растяжением.

Установка состоит из следующих частей: станина 5, головка зажимная неподвижная 7, головка зажимная тянущая 1, каретка 4, механизм передвижения каретки 6, гидроцилиндры 2, гидростанция 3, обойма 8. Станина сформирована из продольных балок с опорами, внутри которых расположен привод перемещения каретки 6 и гидростанция 3.

В рабочей зоне между продольными балками располагаются неподвижная и тянущая зажимные головки. Деформирование и фиксация концевых участков заготовки осуществляется при создании соответствующего усилия прижима. Неподвижная зажимная головка крепится к продольным балкам. Подвижная зажимная головка перемещается по направляющим, прикрепленным к продольным балкам. Сила растяжения заготовки создается при перемещении тянущей зажимной головки с помощью гидроцилиндров. Каретка с профилирующими роликами и зажимным механизмом осуществляет челночное перемещение вдоль балок. Привод механизма передвижения каретки состоит из электродвигателя, червячного редуктора и двухступенчатой цепной передачи.

После подачи заготовки из рулона и ее зажима в неподвижной и тянущей зажимных головках гидроцилиндрами создается постоянная растягивающая нагрузка. Затем при перемещении каретки от тянущей головки осуществляется формирование профиля. При обратном ходе каретки и разжатых захватах готовый профиль с помощью зажимного механизма выталкивается и подается последующий участок заготовки. На выходном конце установки может быть установлено абразивное отрезное устройство.

Для предварительного гофрирования заготовки, перед неподвижной гибочной головкой в консольной части установки размещаются обоймы с роликами, необходимой формы. Установка обеспечивает возможность быстрой переналадки для выпуска профилей другой номенклатуры путем замены обойм с соответствующим профилирующим инструментом.

На судостроительном предприятии профилировочная установка может входить в состав поточной линии по производству различных судовых конструкций.

Разработанная профилирующая установка может использоваться в качестве прототипа при проектировании профилирующих установок с различной шириной и толщиной заготовок.

Вывод. Опытно-промышленная установка обеспечивает возможность изготовления профилей повышенной точности и жесткости, необходимых для формирования судовых конструкций.

Список литературы. 1. Новошицкий А. В. Технология изготовления тонкостенных профильных элементов судовых конструкций [Текст] / А. В. Новошицкий // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : Видавництво НУК, 2010. – № 2 (431). – С. 45–52. 2. Деклараційний патент на винахід 43149А Україна. Розтяжна машина / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький. – Заявлено 12.03.2001.; Опубл. 15.11.2001. Бюл. № 10, 2001 р. 3. Деклараційний патент на винахід 55029А Україна. Розтяжна машина / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький. – Заявлено 17.06.02.; Опубл. 17.03.2003. Бюл. № 3, 2003.

УДК 621.438

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗУЮЧИХ КОНТУРІВ ДВОХ ТА ТРЬОХ ТИСКІВ ДЛЯ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК СУДНОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Патлайчук В.М., Нгуен Ву Лам
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Ефективним способом підвищення коефіцієнта корисної дії газотурбінної установки є утилізація тепла випускних газів в паротурбінному теплоутилізуючому контурі (ТУК). Конструктивно найпростішою є схема теплоутилізуючого контуру одного тиску. Через поверхні нагріву котла-утилізатора (економайзер, випарник, пароперегрівач) такої установки проходить однакова кількість робочого тіла (води і пари). При цьому виявляється її серйозний недолік, пов'язаний з необхідністю задоволення двох суперечливих вимог. З одного боку, котел-утилізатор повинен генерувати пару високих параметрів (в першу чергу, високої температури), для того щоб забезпечити високу економічність паротурбінного блоку. Однак запас теплової енергії, що міститься у випускних газах, може забезпечити ці параметри тільки при малих витратах живильної води. Але тоді ця витрата не може охолодити гази, що надходять у котел, до низької температури, і тому зменшується ККД котла-утилізатора (який і без того невисокий).

З іншого боку, пропуск великої кількості живильної води хоча і забезпечує низьку температуру вихідних газів котла і його високу економічність, але не дозволяє отримати високі параметри пари за ним.

Зазначений недолік може бути подоланий пропусканням через «хвостові» поверхні котла (за газом) більшої кількості води, а через вхідні – меншої. Конструктивно це призводить до створення теплоутилізуючих контурів двох та трьох тисків.

У теплоутилізуючому контурі двох тисків конденсат з конденсатора парової турбіни насосом низького тиску подається в економайзер низького тиску (він же «газовий підігрівач конденсату»). Після цього частина конденсату (25...30 %) подається в сепаратор пари низького тиску, де випаровується. Пара, що утворилася, пройшовши пароперегрівач низького тиску, надходить у циліндр низького тиску (ЦНТ) парової турбіни.

Інша частина конденсату (70...75 %) нагнітається насосом високого тиску в контур високого тиску котла-утилізатора, який складається з економайзера, випарника і пароперегрівача. Отримана пара надходить у циліндр високого тиску (ЦВТ) турбіни. Пройшовши ЦВТ, вона змішується з парою з контуру низького тиску, і сумарна витрата пари надходить у ЦНТ.

За описаною схемою виконана переважна більшість сучасних стаціонарних газотурбінних установок з паротурбінним теплоутилізуючим контуром, які мають ККД не менше 50...52 %.

В останні десятиліття провідні світові виробники цієї техніки («Siemens AG», «Alstom S. A.» і «General Electric Company») організували виробництво стаціонарних газотурбінних установок з теплоутилізуючими контурами трьох тисків, ефективність яких досягає 58...60 %. Збільшення кількості частин різного тиску більше трьох вважається недоцільним, оскільки виграш в економічності не окупається зростанням капіталовкладень.

Теплоутилізуючі контури як двох, так і трьох тисків можуть бути виконані без проміжного перегріву та з проміжним перегрівом пари в котлі-утилізаторі. Однак, як правило, проміжний перегрів використовують для ТУК трьох тисків. Як і в традиційних паротурбінних установках, головна мета проміжного перегріву – забезпечити допустиму вологість в останніх ступенях парової турбіни. При правильному виборі тиску в проміжному пароперегрівачі підвищується і економічність газотурбінної установки в цілому.

Використовуючи методику, викладену в роботах [1, 2], проведене дослідження ефективності та оцінені масогабаритні характеристики теплоутилізуючих контурів одного, двох та трьох тисків для газотурбінних установок суднового призначення. Визнано, що ефективний ККД газотурбінної установки при додаванні теплоутилізуючого контуру одного тиску зростає від значення 0,35...0,38, яке є характерним для сучасних газотурбінних агрегатів простого циклу, до значення 0,42...0,47 (при початкових температурах газу в двигуні 1300...1600 К).

Додавання теплоутилізуючого контуру двох тисків призводить до зростання ефективного ККД до 0,47...0,53, теплоутилізуючого контуру трьох тисків – до 0,49...0,56. За результатами дослідження визначено, що значне зростання габаритів та масси енергетичної установки внаслідок додавання теплоутилізуючого контуру робить недоцільним використання контуру трьох тисків у судновій енергетиці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Романовський, Г. Ф. Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних установок: навч. посібник [Текст] / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, С. І. Сербін. – Миколаїв: НУК, 2003. – 304 с.

2. Утилізаційні котли газотурбінних установок: навч. посібник [Текст] / В. В. Кузнецов, С. А. Кузнецова, С. М. Мовчан, Д. М. Соломонюк. – Миколаїв, НУК, 2011. – 248 с.

УДК 621.438

ВИКОРИСТАННЯ ОСЕВІДЦЕНТРОВИХ КОМПРЕСОРІВ У СКЛАДІ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Патлайчук В.М., Чужинов В.К.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова.

Одним з перспективних напрямів подальшого розвитку енергетичних установок кораблів військово-морського флоту та транспортних суден є використання комбінованих установок з електричною передачею потужності від усіх двигунів на гребні гвинти. Найчастіше для цього використовують поєднання дизельних двигунів та газотурбінних. Дизельні двигуни, як правило, генерують енергію для руху з економічною швидкістю або здійснюють електропостачання судна на стоянці або в порту; газотурбінні двигуни використовуються для забезпечення максимальної швидкості руху або для покриття надмірних потреб судна в електричній енергії. В технічній літературі такий тип установок отримав назву «Integrated electric propulsion» («IEP»), також часто використовують терміни «Integrated full electric propulsion» («IFEP») або «Full electric propulsion» («FEP»). Типовими зразками застосування даних установок є серії есмінців класу "Zumwalt" (США) та проекту 45 клас "Daring" (Великобританія), трансатлантичний океанський лайнер "Queen Mary 2" та ін.

Осевідцентровий компресор у складі газотурбінних двигунів суднових електростанцій використовується у випадку, якщо спроектований осьовий компресор має неприпустимо малу довжину лопаток останніх ступенів (менше 25...30 мм). Значне збільшення втрат із-за витоків крізь радіальні зазори в поєднанні зі зниженими значеннями чисел Рейнольдса при звичайних подовженнях лопаток призводить до істотного зниження ККД даних ступенів, внаслідок чого основна перевага осьового компресора – високе значення ККД – у цих умовах не реалізується [1; 2]. Слід зазначити, що такі явища характерні для компресорної частини газотурбінних двигунів з потужністю, що, як правило, не перевищує 3...4 МВт [3].

Для отримання достатньо високих значень ККД доцільно замінити кілька останніх ступенів такого осьового компресора, які мають низьку ефективність, одним відцентровим ступенем. Завдяки стисканню повітря в осьовій частині осевідцентрового компресора забезпечується його висока продуктивність, однак при цьому збільшення радіальних габаритів газотурбінного агрегату, пов'язане із введенням у його склад відцентрового ступеня, виявляється невеликим. Осевідцентровий компресор має порівняно високе значення ККД, відносно невелику довжину, помірний зовнішній діаметр, прийнятні розміри лопаток останніх ступенів осьової частини. В результаті забезпечується невелика питома маса двигуна і поліпшуються його експлуатаційні характеристики – надійність та антипомпажні властивості. Такий компресор має меншу кількість регульованих елементів, а також більш низьку вартість, ніж в чисто осьовому виконанні.

Проведене дослідження різних варіантів конструкції осевідцентрового компресора одновальних газотурбінних двигунів, які мають потужність в діапазоні від 500 до 4000 кВт.

Дослідження конструкції компресора грунтувалося на виборі оптимального значення розподілу роботи стиснення між його осьовою та відцентровою частинами. Розглядалися різні критерії для здійснення цього вибору. Визначальним критерієм для оптимізації обрано забезпечення максимальної економічності (максимального ККД) компресора. У ролі додаткових критеріїв розглядалися забезпечення мінімальної маси, а також мінімальних осьових або радіальних розмірів. Оскільки задоволення вимог економічності і масогабаритних вимог часто призводить до створення принципово різних конструкцій осевідцентрового компресора, у подальшій роботі планується провести розробку компромісного варіанту, який буде враховувати в більшій або меншій мірі усі розглянуті вимоги.

На основі проведеного дослідження розроблені рекомендації щодо проектування компресорної частини газотурбінних двигунів розглянутої потужності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Романовський, Г. Ф. Основи проектування компресорів суднових газотурбінних двигунів [Текст] / Г. Ф. Романовський, М. В. Ващиленко, М. П. Седько. – Миколаїв: НУК, 2008. – 292 с.

2. Холщевников, К. В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин [Текст] / К. В. Холщевников, О. Н. Емин, В. Т. Митрохин. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.

3. Романовський, Г. Ф. Газотурбінні агрегати: у 2-х ч. Ч. 1: Загальна будова та класифікація [Текст] / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін, В. М. Патлайчук. – Миколаїв: НУК, 2016. – 215 с.

УДК 536-12. 536.2. 621.48

ТЕРМОАКУСТИЧНІ СИСТЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ КРІОГЕННИХ РЕЧОВИН В СУДНОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

Коробко В.В., Московко О.О.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Україна

Судноплавство завжди було важливою складовою світової економіки, тому загальні тенденції неодмінно знаходять відображення в судновій техніці. Характерними рисами сьогодення є наявність комплексу жорстких умов відносно економічності, енергоефективності та екологічної безпеки енергетичного обладнання. В складі ЕУ сучасних суден використовуються новітні високоефективні двигуни, характеристики яких задовольняють вимогам TIER II та TIER III, зростає чисельність суден, які використовують LNG палива.

Суттєвих змін зазнали складові теплового балансу СЕУ, з'явились джерела енергії з кріогенною температурою (LNG палива), зменшилась температура скидних газів ГД, зросла температура повітря після турбонагнітачів. Ці обставини вимагають розробки нових інноваційних заходів енергозбереження в судновій енергетиці.

Таблиця 1.

Параметри теплоносіїв вторинних теплових ресурсів сучасних суднових ДВЗ

Теплоносій	МОД	СОД	Характеристика ВЕР
	Температура [K]		
Відхідні гази ДВЗ	490 - 530	500 - 690	Високотемпературні, температура суттєво вище за довкілля
Надувне повітря	400 - 490	380 - 470	
Рідина системи охолодження	355 - 360	360 - 370	Низькотемпературні, ISO ambient reference conditions
Оточуюче середовище, повітря та забортна вода	298	298	
LNG паливо	111	111	Кріогенні – температура нижча за довкілля
LPG паливо	225 - 273	225 - 273	
Ethylene (груз)	169	169	

Перспективним рішенням для систем утилізації ВЕР на суднах можна вважати застосування термоакустичних теплових машин (ТАТМ). Ці апарати суттєво відрізняються від механічних машин. В їх складі відсутні будь які рухомі вузли, завдяки цьому ці апарати мають високу надійність, прості за конструкцією. В ТАТМ не використовуються шкідливі для довкілля речовини. Для роботи ТАТМ важливою є лише різниця температур між джерелами енергії, абсолютні значення температур не мають значення. Завдяки цьому, ТАТМ здатні ефективно працювати в складі кріогенних систем [1,2].

В практиці термоакустики прийнято, коли в якості стоку теплової енергії розглядається оточуюче середовище, то маємо «heat-source driven thermoacoustic engine - HTE», а коли температура стоку значно нижча за температуру довкілля - відповідно маємо «cold-source-driven thermoacoustic engine - CTE».

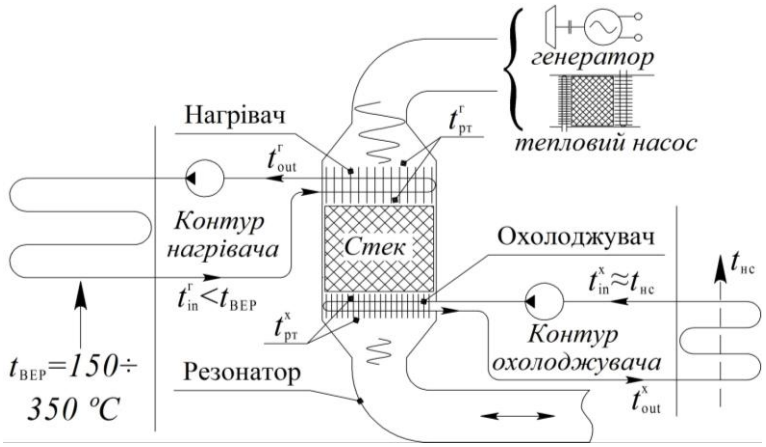


Рисунок 1. Принципова схема системи утилізації ВЕР з допомогою ТАТМ [3].

В роботі [3] була розглянута можливість створення суднової енергогенеруючої системи регазифікації кріогенних палив, яка утилізує низькопотенційну скидну енергію СЕУ. Основна ідеє полягає в тому, що пропонується замість нагрівачів скрапленого газу використати блок з декількох низькотемпературних ТАД з циклом Брайтону. В ТАТМ в якості робочого тіла використовується чистий гелій, що виключає можливі

проблеми, пов'язані з намерзанням льоду на зовнішніх поверхнях теплообмінників. Потрібний для роботи ТАД градієнт температур забезпечується завдяки різниці в температурі між рідиною системи охолодження ГД (90 ^{0}C) та температурою LNG палива (-160 ^{0}C).

Завдяки внутрішній термодинамічній незворотності робочого процесу в ТАД з циклом Брайтону, температура скрапленого газу, який прокачується скрізь ТАД, буде підвищуватись. Таким чином, установка спроможна утилізувати енергії двох джерел низькопотенційних ВЕР СЕУ – скидну теплоту системи охолодження ГД та кріогенний потенціал LNG, перетворюючи їх в потужні акустичні коливання робочого середовища в резонаторі ТАТМ. Розрахунки показали, що така «кріогенна» ТАТМ здатна утилізувати наявний потенціал LNG палива сучасних суднових двигунів.

Однак, треба мати на увазі, що механічна енергія в ТАТМ існує у хвильовій формі, отже постає проблема її перетворення для подальшого використання. Найбільш просто вирішити цю проблему шляхом застосування ТАТМ зворотної дії – рефрижератора або термоакустичного теплового насоса. Але, найбільш універсальним рішенням має стати можливість отримання електричної енергії. Використання в ТАТМ таких перетворювачів, як п'єзокерамічні елементи або лінійні електрогенератори (рис.1), не вирішує проблеми, оскільки такі перетворювачі не здатні забезпечити потрібний рівень потужності – більший за 1 – 3 кВт, вони мають низьку надійність та високу вартість.

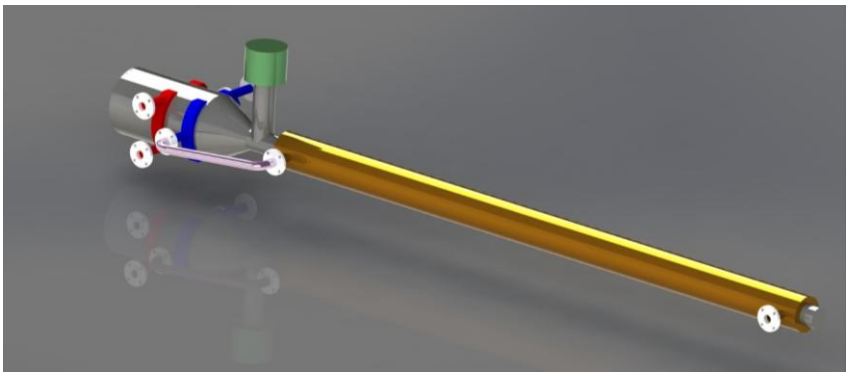


Рисунок 2. «Кріогенний» ТАД з лінійним генератором [3].

Існує можливість застосування в складі ТАТМ імпульсних двонаправлених турбін (ІДТ) для перетворення коливного руху робочого середовища в механічну енергію. Реалізація такого рішення дозволяє зняти обмеження в агрегатній потужності установок та створити агрегати потужністю в 10^2–10^3 кВт.

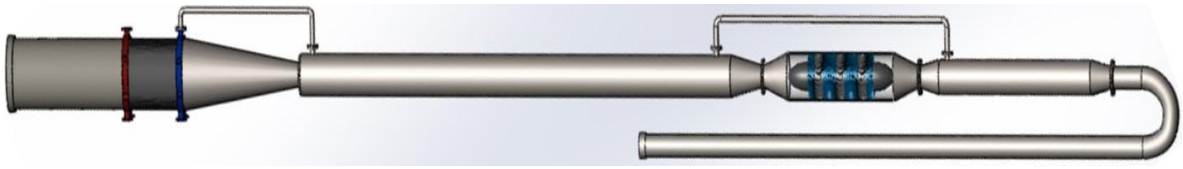


Рисунок 3. «Кріогенний» ТАД а) - поперечний переріз

З метою розробки базових принципів створення термоакустичних електрогенераторів на базі ІДТ виконується комплекс відповідних експериментальних та теоретичних досліджень. Отримані результати дозволяють вдосконалити конструкцію, як ТАТМ, так і ІДТ, та забезпечити високу ефективність такої установки.

ЛІТЕРАТУРА

1. G. W. Swift Thermoacoustics for liquefaction of natural gas / G. W. Swift and J. J. Wollan // GasTIPS, Volume 8, Number 4, pp. 21-26
2. QIU LiMin Characteristics of onset and damping in a standing-wave thermoacoustic engine driven by liquid nitrogen / QIU LiMin, LOU Ping, WANG Kai, WANG Bo, SUN DaMing, RAO JunFeng, ZHANG XueJun // Chinese Science Bulletin- 2013., 58 (11): p. 1325-1330.
3. Коробко В.В. Можливі шляхи використання термоакустичних теплових машин в системах СЕУ// Науковий вісник Херсонської державної морської академії. №2 (11), 2014 р. – Херсон, ХДМА. - 2014. – С. 69-76.

УДК 621.181. 62:620.193.519.8

ЭФФЕКТИНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ СЖИГАНИИ СЕРНИСТЫХ ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Горячкин В.Ю., канд. техн. наук, доцент; Корниенко В.С., преподаватель
Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина

Эффективность энергосбережения при использовании утилизационных котлов (УК) в судовых энергетических установках, при применении когенерационных установок зависит не только от возможностей снижения температур газов и стенки низкотемпературных поверхностей нагрева (НТПН) до минимального уровня (что определяет глубину утилизации выхлопных газов), но и от надежности их работы особенно при сжигании сернистых топлив.

Массогабаритные показатели поверхностей нагрева УК, влияющие на уровень энергосбережения, зависят от интенсивности загрязнения (оцениваемого значениями коэффициента загрязнения $\varepsilon_з$), а также от интенсивности теплопередачи. Для УК, устанавливаемых после ДВС важно обеспечить допустимое аэродинамическое сопротивление.

На основе проведенных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований установлено, что при сжигании сернистых водотопливных эмульсий (ВТЭ) с водосодержанием на уровне 30 % наблюдается существенное снижение интенсивности низкотемпературной коррозии до уровня 0,15 мм/год при температуре стенки $t_{ст}$ ниже 130 °С, что предоставляет возможность установки конденсационных поверхностей нагрева при температурах стенки в диапазоне 120…70 °С.

По литературным данным учет влияния вибрации на теплообмен при конденсации пара на вибрирующем цилиндре сводится к замене ламинарной пленки конденсата турбулентной. Как показали проведенные исследования, под воздействием переменного звукового давления при сжигании ВТЭ вибрирует слой конденсата кислоты с отложениями, что приводит к отражению колебаний, которые дополнительно с воздействием звука на пограничный слой приводят к интерференции колебаний, а, следовательно, возможны резонансные явления, что подтверждается наблюдениями.

По данным авторов озвучивание среды интенсифицирует процесс теплоотдачи примерно на 30 % также за счет абсолютного изменения скорости, равной сумме стационарного и колебательного движения среды. Такое изменение модели обтекания цилиндра должно также повлиять на уменьшение интенсивности отложений твердых частиц из потока газов.

При сжигании ВТЭ с водосодержанием на уровне 30 % из-за микровзрывов капель эмульсии вследствие непрерывной генерации звуковых волн (акустического поля) с интенсивностью около 100 дБ происходит непрерывное акустическое (звуковое) воздействие на поток дымовых газов и, следовательно, на пограничный слой и на пленку конденсата на поверхности труб НТПН, что приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи $\alpha_з$ от газов в 1,3 раза и снижения загрязнения, как сухих, так и конденсационных НТПН. Поэтому при одинаковых температурах стенки $t_{ст}$ при сжигании ВТЭ значения коэффициентов загрязнения $\varepsilon_з$ существенно ниже, чем при сжигании необводненного топлива: в зоне влажных загрязнений на конденсационных НТПН - в 2,6 раза; в зоне сухих загрязнений при $t_{ст}$ выше 130 °С - в 2 раза. Такое же соотношение значений $\varepsilon_з$ по указанным зонам $t_{ст}$ получены и при сжигании легких топлив (ДТ + ДЛ) и ВТЭ на их основе, но абсолютные значения $\varepsilon_з$ существенно ниже.

Для сухих поверхностей при $t_{ст}$ более 130 °С при сжигании ВТЭ с водосодержания на уровне 30 % коэффициенты теплопередачи $k_з$ в 1,6 раза выше чем при сжигании необводненного топлива; коэффициенты тепловой эффективности ζ соответственно выше в 1,4 раза. При сжигании ВТЭ интенсивность загрязнения конденсационных поверхностей нагрева существенно выше, чем сухих. Поэтому значения $k_з$, ζ ниже приблизительно в 5 раз.

Так как при $t_{ст}$ ниже 120 °С интенсивность загрязнения конденсационных поверхностей выше, для уменьшения $\varepsilon_з$, повышения $k_з$, ζ до уровня сухих поверхностей при более высоких $t_{ст}$ необходимо применение разной периодичности очистки для этих поверхностей.

При сжигании ВТЭ очистку сухих поверхностей нагрева УК необходимо производить с периодичностью до 3000 часов, а периодичность очистки конденсационных поверхностей уменьшить периодичность между очистками до 8 часов. Тогда использование конденсационных поверхностей нагрева становится эффективной с точки зрения уменьшения массогабаритных показателей котлов при одновременном обеспечении большей глубины утилизации теплоты ДВС и при уменьшении и аэродинамического сопротивления.

Разная периодичность очистки предопределяет отдельную установку сухих и конденсационных поверхностей нагрева для сбора конденсата кислоты.

Секція 5.
Холод на транспорті, в енергетиці, та агропромисловому комплексі

УДК 621.57

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ, ТЕПЛА ТА ХОЛОДУ (ТРИГЕНЕРАЦІЯ). ВНУТРІШНЬОЦИКЛОВА ТРИГЕНЕРАЦІЯ

М.І. Радченко, д.т.н., проф., А.М. Радченко, к.т.н., доцент, Р.М. Радченко, к.т.н., доцент
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Стан проблеми та існуючі шляхи її вирішення

Комбіноване виробництво декількох видів енергії (на додаток до основної – механічної або електричної) шляхом використання скидного теплового потенціалу енергоустановок забезпечує найбільш повне з мінімальними втратами тепла використання первинної енергії палива. Виробництво двох видів енергії (механічної/електричної та теплової) здійснюється в когенераційних технологіях [1, 2]. Найбільш поширеним прикладом когенераційних установок є газотурбінні установки (ГТУ) та установки на базі двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) з утилізаційними котлами (УК), в яких скидна теплота відпрацьованих газів використовується для отримання гарячої води або водяної пари, що витрачаються, як правило, на теплофікаційні або технологічні потреби. Сезонний або ж періодичний характер останніх різко скорочує коефіцієнт використання когенераційних технологій за теплих кліматичних умов. То ж вельми доцільним є використання надлишкового теплового потенціалу енергоустановок для виробництва холоду як третього виду енергії. Безумовною перевагою технологій комбінованого виробництва енергії, тепла та холоду (тригенерація) з використанням останнього в робочому циклі самих енергоустановок (внутрішньоциклова тригенерація – термін, вперше введений авторами для ідентифікації зазначеного напряму тригенераційних технологій [3, 4]) є зростання виробництва електричної/механічної енергії як найбільш універсального і дефіцитного виду, оскільки її виробництво здійснюється з найменшим коефіцієнтом корисної дії (ККД).

Відомі концепції підвищення ефективності установок комбінованого електро-, тепло- та холодопостачання обмежуються рішенням кола завдань, що відносяться до позациклового (для зовнішніх споживачів) використання холоду на технологічні потреби і комфортне кондиціювання житлових приміщень [5, 6] або ж, навпаки, тільки для охолодження повітря на вході двигунів, причому обмежуються трансформацією теплоти в тепловикористовуючих холодильних машинах (ТХМ) абсорбційного типу.

Метою дослідження є визначення особливостей і переваг технологій комбінованого виробництва енергії, тепла та холоду з внутрішньоцикловою тригенерацією як основної невід'ємної субтехнології, що визначає ефективність застосування тригенерації в цілому з технологічним призначенням включно.

1. Класифікація тригенераційних технологій комбінованого виробництва енергії

Когенераційні технології виробництва трьох видів енергії за рахунок використання одного первинного джерела енергії відносяться до тригенераційних. При цьому під третім видом енергії мають на увазі холод на додаток до механічної або електричної енергії (як основного виду енергії) і теплової як другого виду енергії [3–6].

Основи тригенерації були розроблені в Київ НДІЕПЕ разом з інститутом технічної теплофізики (ІТТФ) АН УРСР в 60-х роках минулого століття [7]. В Київ НДІЕПЕ розроблялися також проекти холодильних центрів, що працюють на тепловій енергії міських ТЕЦ, для Києва і Ташкента. Однак проекти не були реалізовані через недостатньо високий рівень технологій.

В англомовних джерелах тригенераційні установки (trigeneration systems) відомі ще як установки комбінованого виробництва холоду, тепла і енергії механічної/електричної (combined cooling, heating and power – CCHP) і установки автономного енергозабезпечення (integrated energy systems). Розвиток тригенераційних технологій, особливо інтенсивний в останні 30 років, зумовлений недовикористанням у теплу пору року скидного теплового потенціалу енергоустановок у разі застосування традиційних когенераційних технологій виробництва теплової енергії у вигляді пари або гарячої води, споживання якої у більшості

випадків обмежується теплофікаційними потребами. Виробництво ж електричної або механічної енергії утилізаційними паротурбогенераторами пов'язане зі значним ускладненням і зростання вартості енергоустановки.

Тригенерація передбачає доповнення базової когенераційної установки холодогенеруючою надбудовою, яка функціонує за загальним або роздільним з базовою установкою циклом. В наведеному на рис. 1.1 прикладі класифікації тригенераційних технологій акцент зроблено на способах трансформації теплоти в холод і його використання шляхом охолодження циклового повітря базових двигунів установок комбінованого виробництва холоду, тепла і енергії (механічної/електричної), а також способах відведення теплоти від термотрансформаторів (ТХМ) і теплових двигунів у довкілля, тобто на всьому комплексі трансформації теплоти в холод.

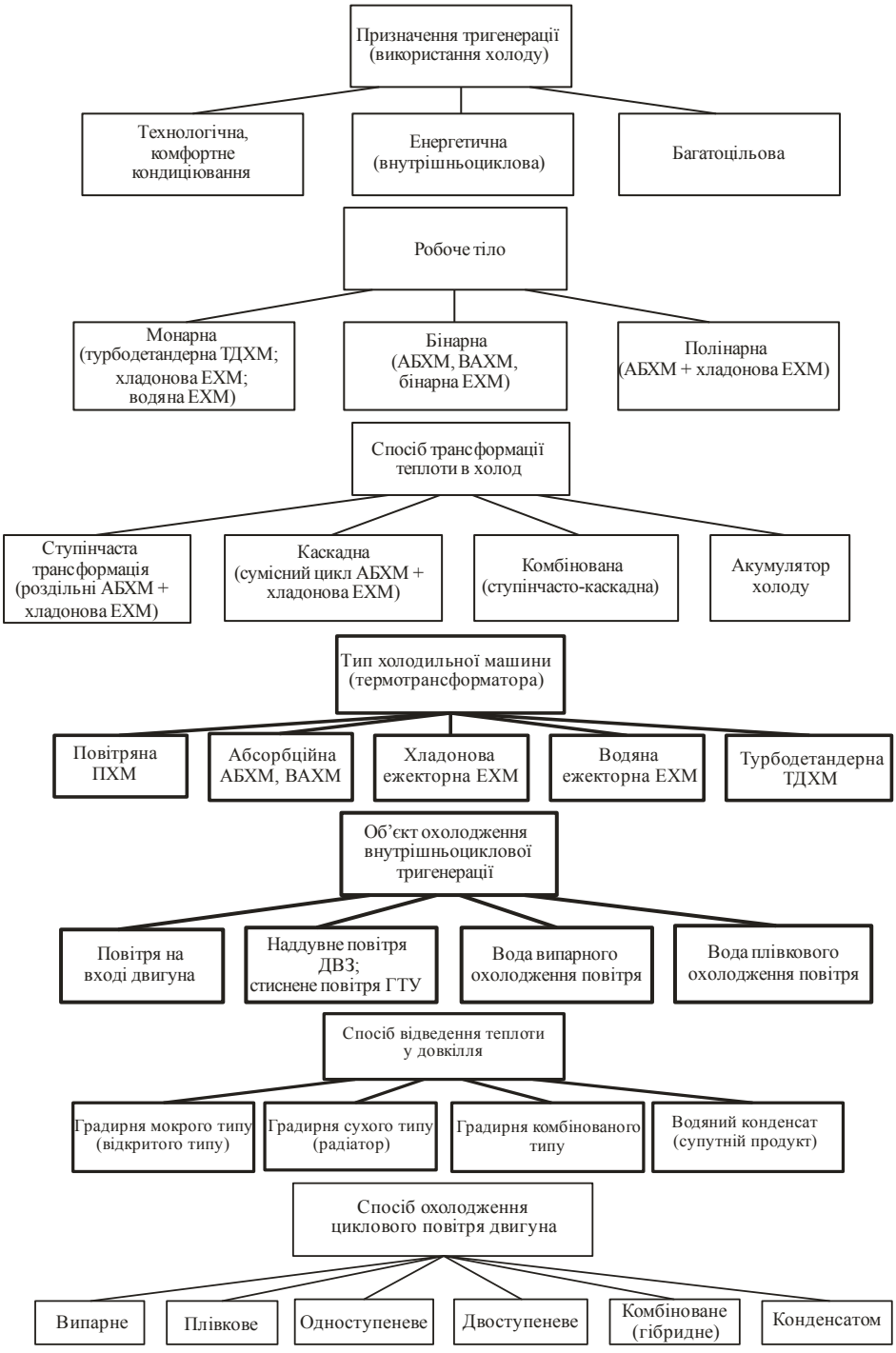


Рис. 1. Приклад класифікації тригенераційних технологій за способами трансформації теплоти в холод, використання отриманого холоду і відведення теплоти від термотрансформаторів і теплових двигунів у довкілля

За призначенням тригенерацію підрозділяють на технологічну, коли вироблений холод застосовується для технологічних потреб зовнішніх (по відношенню до базової енергетичної установки) споживачів, наприклад, у харчових переробних виробництвах, системах комфортного та технологічного кондиціювання [5–8], і енергетичну – з використанням холоду для охолодження циклового повітря (робочого тіла) ГТД або ДВЗ, тобто для потреб базової енергетичної установки [3, 4, 9], і комбіновану [10–12].

Монарна тригенерація передбачає вироблення холоду в тригенераційній надбудові, яка працює за загальним з базовою когенераційною установкою термодинамічним циклом (із загальним робочим тілом). Прикладом монарної тригенерації може служити використання енергії розширення (перерозширення) відхідних газів повітряною холодильною машиною для охолодження повітря на вході в компресор ГТД і ДВЗ та наддувного повітря ДВЗ [13]. При цьому базова установка функціонує як когенераційна – з УК для отримання гарячої води або водяної пари. У разі відсутності виробництва теплової енергії, обов'язкової для будь-якої когенераційної технології, зазначені монарні технології можна віднести до тригенераційних умовно, оскільки вони виробляють два види енергії, а друга складова (теплова енергія) заміщена холодом.

Бінарна тригенерація передбачає вироблення холоду у тригенераційній надбудові, яка працює за різними з базовою когенераційною установкою термодинамічними циклами (із застосуванням різних робочих тіл). Прикладом бінарної тригенерації є виробництво холоду холодильними машинами (ХМ) на низкокиплячих робочих тілах (НРТ) або абсорбційними ХМ (АХМ), що використовують теплоту вторинних енергоресурсів (ВЕР) двигунів. Що стосується тригенераційної енергетичної установки, то вона може бути як бінарною – при роботі базової когенераційної установки за монарним циклом, так і полінарною – у разі бінарної базової когенераційної установки.

Тригенерацію енергетичного призначення правомірно розглядати як внутрішньоциклову [3, 4], оскільки генерований холод використовується для вдосконалення термодинамічного циклу базового двигуна (зменшення роботи стискання компресора, збільшення корисної потужності двигуна і т.п.) шляхом покращення параметрів циклу. Така внутрішньоциклова тригенерація забезпечує збільшення виробництва електричної/механічної енергії при найбільш несприятливих у тепловому відношенні умовах експлуатації (високих температурах повітря на вході) та ефективне використання тригенераційної технології навіть за відсутності зовнішніх споживачів холоду.

2. Аналіз сучасних тригенераційних технологій та визначення перспективних напрямів комбінованого енерго-, тепло- та холодозабезпечення з внутрішньоцикловою тригенерацією

Оскільки з підвищенням температури повітря на вході термодинамічна ефективність теплових двигунів і, відповідно, установок комбінованого енерго-, тепло- та холодозабезпечення в цілому знижується, то відновлення раціональних параметрів повітря на вході шляхом його охолодження дає можливість підтримувати їх високу паливну економічність і потужність при підвищених температурах повітря.

Найбільше поширення в ГТД отримало випарне охолодження повітря, при якому воду під високим тиском (40...200 бар) упорскують форсунками тонкого розпилу в повітряний потік на вході компресора ГТД [14, 15]. Залежно від кількості упорскуваної води можливі два варіанти випарного охолодження повітря: попереднє випарне охолодження (evaporative inlet air cooling) з випаровуванням всієї упорскненої води за рахунок відведення теплоти від зовнішнього повітря до його всмоктування компресором (як правило, зі зволоженням повітря до стану насичення) і внутрішнє випарне охолодження (evaporative internal air cooling) з випаровуванням надлишкової вологи (overfeeding fogging або high fogging) уже в процесі підвищення тиску і відповідно температури повітря в компресорі.

Однак потенційна глибина охолодження зовнішнього повітря при випарному способі обмежена його температурою в насиченому стані, тобто температурою повітря по мокрому термометру, яка залежить від його відносної вологості. Шляхом випарного охолодження температуру зовнішнього повітря можна знизити не більше ніж на 10…15 ºС. Мінімальну температуру зовнішнього повітря, при якій доцільне випарне охолодження, зазвичай рекомендується приймати не нижче 15 °С [15].

Для більш глибокого охолодження повітря на вході енергоустановок, а також у разі підвищеної його вологості вдаються до охолодження повітря в теплообмінних апаратах (ТОА) поверхневого типу із застосуванням холодильних машин. Низькі ККД ГТД, η = 0,22...0,37, свідчать про великі втрати теплоти з відпрацьованими газами і, отже, про значні резерви її утилізації, зокрема, тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ). В якості ТХМ застосовуються абсорбційні водоаміачні (ВАХМ) [8, 9] і бромистолітієві (АБХМ) [5, 7] холодильні машини, а також ежекторні (ЕХМ) [10–12, 20, 21], в яких холодоагентами є відповідно аміак (ВАХМ), вода, що кипить під вакуумом (АБХМ), і озонобезпечні хладони R142B і R600 (ЕХМ).

Кількість холоду (холодопродуктивність) Q_0, яку можна отримати трансформацією теплоти відпрацьованих газів $Q_г$, залежить від ефективності ТХМ, що характеризується тепловим коефіцієнтом $\zeta = Q_0 / Q_г$, який являє собою відношення холодопродуктивності Q_0 (кількості теплоти, відведеної від зовнішнього

повітря на вході теплового двигуна) до кількості теплоти $Q_г$, підведеної до ТХМ від відпрацьованих газів тощо. Значення ζ залежно від типу і режимних параметрів ТХМ можуть змінюватися від 0,20…0,35 для конструктивно найбільш простих ежекторних ЕХМ до 0,7...0,8 для АБХМ.

Глибоке охолодження циклового повітря на вході двигунів можна здійснити, використовуючи в ТХМ низькокиплячі робочі тіла (НРТ), або хладони (R142B і R600 та інші).

Результати досліджень застосування для охолодження води, що упорскується безпосередньо в повітряний потік або подається в поверхневий охолоджувач (контактного – плівкового типу) повітря на вході в компресор, абсорбційної бромистолітієвої холодильної машини (АБХМ), що використовує теплоту відпрацьованих газів ГТД, наведено в [22].

В роботі [9] проаналізовано ефективність непрямого (як альтернативи випарного) попереднього охолодження зовнішнього повітря на вході ГТД за допомогою абсорбційної водоаміачної холодильної машини (ВАХМ). Показано, що застосування ВАХМ для охолодження повітря від середньорічної температури 28...30 ºС до 7 ºС в ГТД LM2500+ (N_e = 27 МВт) і LM1600 (N_e = 15 МВт) фірми "General Electric" (ГТД призначені для вироблення електроенергії, а кліматичні умови відповідають центральному Оману) забезпечує підвищення електричної потужності на 20 і 14 % відповідно (ГТД LM2500+ і LM1600). При розрахунках приймалися параметри циклу ВАХМ: температури кипіння аміаку у випарнику-повітроохолоджувачі t_0 = 1 ºС, в генераторі пароподібного аміаку $t_г$ = 135 ºС, в конденсаторі $t_к$ = 35 ºС, чому відповідає тепловий коефіцієнт ζ = 0,4. Розрахунки показали, що витрати теплоти на роботу ВАХМ при максимальному навантаженні ($t_{нв}$ = 45 ºС) не перевищують 25 % наявного теплоперепаду відпрацьованих газів.

В роботі [23] проаналізовано ефективність непрямого попереднього охолодження зовнішнього повітря на вході ГТД за допомогою парокомпресорної холодильної машини (ПКХМ) розсільного типу, яка споживає електроенергію при позапікових навантаженнях на турбогенератор (ТГ) для виробництва льоду, що накопичується в акумуляторах. При пікових навантаженнях на ТГ холодна вода, яка утворюється в результаті танення льоду, використовується як холодоносій в поверхневому охолоджувачі повітря на вході ГТД (до температури $t_{в2}$ = 7 ºС з підвищенням відносної вологості повітря до 0,9). Теплота відхідних газів ГТД утилізується в пароводяному УК, а теплота генерованої пари використовується в АБХМ для системи комфортного кондиціювання.

В роботі [6] проаналізовано ефективність застосування тригенерації в газових мікротурбогенераторах (МТГ) з регенерацією теплоти відпрацьованих газів: Capstone (електрична потужність N_e = 25,6 кВт), Turbec T100 (N_e = 100 кВт) і перспективному японському турбогенераторі (ТГ) GGT301-302 з осьової турбіною з кераміки – нітриду силікону Si_3N_4 (N_e = 300 кВт). Тригенераційний контур включав АБХМ, що використовує пару від утилізаційного котла (УК), і ПКХМ з електроприводом, що працює в режимі охолодження (влітку) і теплового насоса (взимку). Холод використовувався для кондиціювання житлових приміщень. Показано, що застосування тригенерації дозволяє підвищити коефіцієнт використання первинного палива на 3...15 % (20 % для ГТД з кераміки при температурі газів після УК $t_{в.г}$ = 70 ºС). Менші величини відносяться до температури відхідних газів після УК $t_{в.г}$ = 120 ºС для нагріву води, теплота якої використовується в АБХМ (влітку при підвищених $t_{нв}$), а великі – при $t_{у.г}$ = 70 ºС (взимку).

Глибина охолодження повітря тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ) – термотрансформаторами, що утилізують скидну теплоту, обмежується температурою $t_х$ (холодоносія), який подається в повітроохолоджувач на вході двигунів. Так, при застосуванні як холодоносія озонобезпечних хладонів R142B і R600 (ежекторні ЕХМ) або аміаку (абсорбційні водоаміачні ВАХМ) повітря може бути охолоджене до температури $t_{в2}$ = 10 ºС і нижче ($t_х$ = 2…3 ºС), а в разі застосування як холодоносія води (абсорбційні бромистолітієві АБХМ) температура охолодженого повітря $t_{в2}$ = 15 ºС (при $t_х \approx$ 7 ºС).

Відомі концепції підвищення ефективності тригенераційних установок комбінованого виробництва електроенергії, тепла та холоду обмежуються вирішенням кола завдань, що відносяться до позациклового (для зовнішніх споживачів, а не самих базових двигунів енергоустановок) використання холоду [5, 6], і в силу цього не дозволяють виявити і реалізувати додаткові резерви, пов'язані з трансформацією скидної теплоти в циклі самих енергоустановок.

При підвищених температурах зовнішнього повітря і відповідно повітря на вході двигунів установок комбінованого виробництва енергії (електричної або механічної), теплоти та холоду їх термодинамічна ефективність знижується і відповідно збільшується споживання палива. Задовольнити підвищені потреби в холоді енергетичного (для охолодження повітря двигунів енергетичних установок) і технологічного призначення, зокрема, на потреби переробних харчових виробництв і кондиціювання повітря, можна застосуванням інноваційних технологій трансформації теплоти в холод, які, з одного боку, забезпечують глибоке (до 10 °С і нижче) охолодження циклового повітря двигунів задля скорочення витрат палива і збільшення виробництва електричної/механічної енергії, а з іншого боку, максимальне виробництво холоду з наявної скидної теплоти.

Авторами запропонована система двоступінчатого охолодження повітря на вході ГТУ абсорбційно-ежекторною холодильною машиною (АЕХМ) з бустерним високотемпературним ступенем $ПО_{ВТ}$ попереднього

охолодження холодною водою від АБХМ та низькотемпературним хладоновим ступенем $ПО_{НТ}$ глибокого охолодження повітря в ЕХМ (рис. 2) [20, 21, 24].

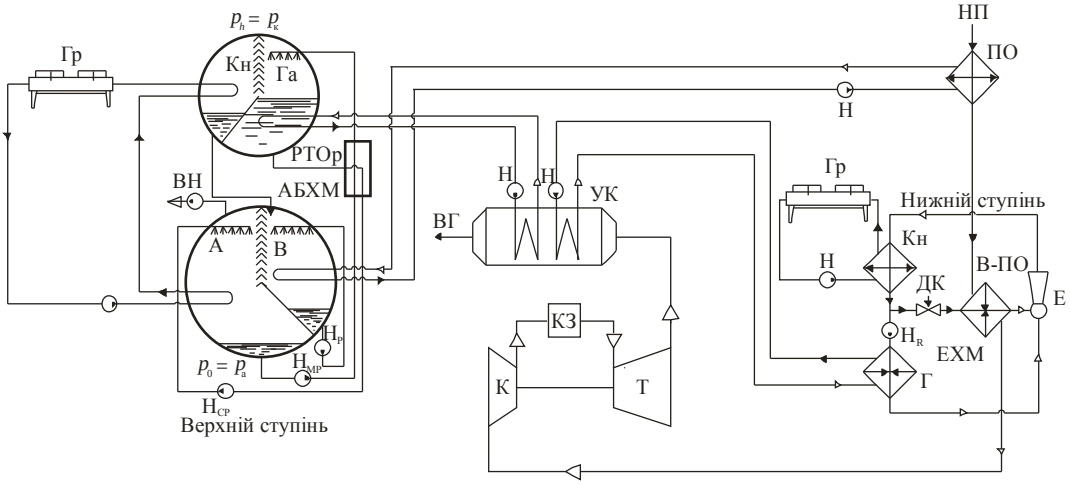


Рис. 2. Схема системи двоступінчатого охолодження повітря на вході ГТУ послідовно холодною водою з температурою t_x = 7 °С від АБХМ та киплячим НРТ (при t_0 = 2…5 °С) від ЕХМ комбінованої абсорбційно-ежекторної холодильної машини (АЕХМ): К – компресор; Т – турбіна; КЗ – камера згоряння; УК – утилізаційний котел; ПО – повітроохолоджувач; Н – насос; Гр – градирня; НП – навколишнє повітря; АБХМ: Га – генератор (десорбер); Кн – конденсатор; А – абсорбер; В – випарник; $РТО_р$ – регенеративний теплообмінник розчинів; $Н_{СР}$ – насос слабкого розчину; $Н_{МР}$ – насос міцного розчину; $Н_р$ – рециркуляційний водяной насос; ВН – вакуумний насос; Гр – градирня; ЕХМ: Е – ежектор; ДК – дросельний клапан; В-ПО – випарник хладону-повітроохолоджувач; Кн – конденсатор хладону; Н – насос; Г – генератор пароподібного хладону

Застосування ступінчастої абсорбційно-ежекторної холодильної машини (АЕХМ), що поєднує високу ефективність трансформації теплоти в холод в АБХМ при зниженні температура повітря до $t_{в2}$ = 15 ºС (при $t_x \approx 7$ ºС і ζ = 0,7…0,8) з глибоким охолодженням повітря до низької температури $t_{в2}$ = 7…10 ºС в менш ефективних ЕХМ (ζ = 0,2…0,3), забезпечує зменшення витрат теплоти $Q_г = Q_0 / \zeta$, що особливо важливо в умовах обмеженого скидного теплового потенціалу, зокрема відпрацьованих газів регенеративних ГТУ.

Поточні значення зниження температури повітря Δt в результаті його охолодження від поточної зовнішньої температури $t_{нв}$ до кінцевої $t_{в2}$ = 10 ºС (в АЕХМ), до $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБХМ) і до $t_{в2} = t_м$ при випарному охолодженні повітря, а також відповідні поточні значення зменшення питомої витрати палива Δb_{e10}, Δb_{e15} і $\Delta b_{ем}$ упродовж липня 2009 р. (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.) наведено на рис. 3. Прийнято $\Delta b_e / \Delta t_в$ = 0,7 г /(кВт·год·ºС).

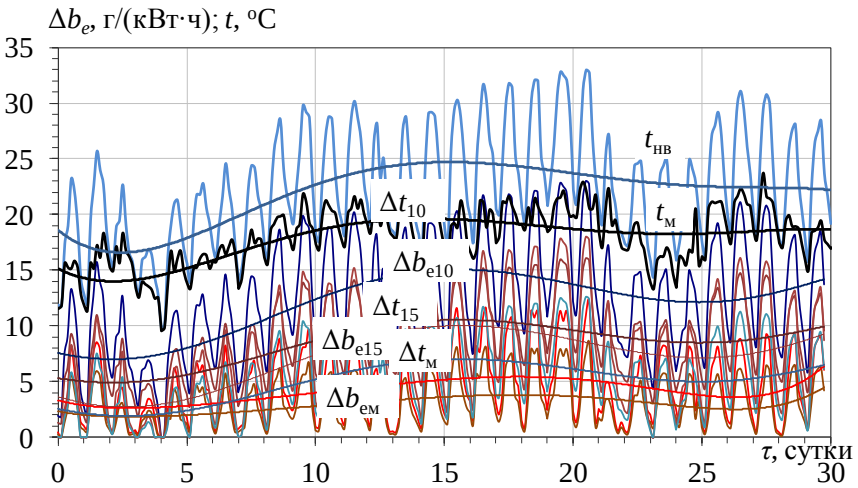


Рис. 3. Поточні значення зниження температури повітря Δt в результаті його охолодження від поточної зовнішньої температури $t_{нв}$ до кінцевої $t_{в2}$ = 10 ºС (в АЕХМ), до $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБХМ) і до $t_{в2} = t_м$ при випарному охолодженні повітря, а також відповідні поточні значення зменшення питомої витрати палива Δb_{e10}, Δb_{e15} і $\Delta b_{ем}$ упродовж липня 2009 р. (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.)

Як видно з рис. 3, зниження температури повітря Δt_{10} на вході ГТУ в хладонових повітроохолоджувачах (в ЕХМ) і відповідно зменшення питомої витрати палива Δb_{e10} в 2 рази більше

порівняно з охолодженням на величину Δt_{15} в АБХМ і відповідним зменшенням питомої витрати палива Δb_{e15} .

На рис. 4 наведені значення річної економії палива за рахунок охолодження повітря на вході ГТУ (N_e = 10 МВт) від поточної зовнішньої температури до кінцевих температур $t_{в2}$ у відносних величинах $B_\Sigma / B_{\Sigma 15}$ порівняно з охолодженням до $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБХМ) і $B_\Sigma / B_{\Sigma м}$ порівняно з випарним охолодженням повітря за 2009 р. для кліматичних умов м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.

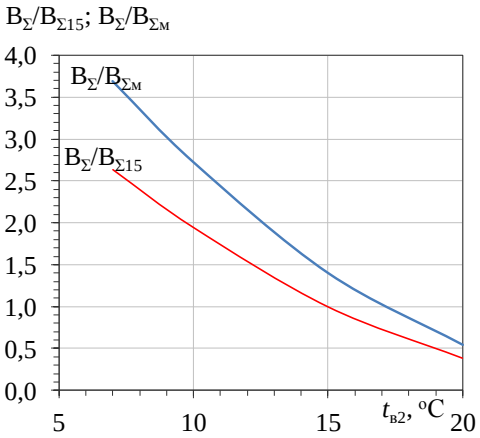


Рис. 4. Значення річної економії палива за рахунок охолодження повітря на вході ГТУ від поточної зовнішньої температури до кінцевих температур $t_{в2}$ у відносних величинах $B_\Sigma / B_{\Sigma 15}$ порівняно з охолодженням до $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБХМ) і $B_\Sigma / B_{\Sigma м}$ порівняно з випарним охолодженням повітря за 2009 р. (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.): B_Σ – річна економія палива при охолодженні повітря на вході ГТУ до температури $t_{в2}$; $B_{\Sigma 15}$ – охолодження повітря до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБХМ; $B_{\Sigma м}$ – випарне охолодження повітря до $t_м$

Як видно з рис. 4, річна економія палива за рахунок глибокого охолодження повітря на вході ГТУ до температури $t_{в2}$ = 10 ºС (в АЕХМ) практично вдвічі більше порівняно з охолодженням до $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБХМ): $B_\Sigma / B_{\Sigma 15}$ = 2 при $t_{в2}$ = 10 ºС, й у 2,7 рази більше порівняно з випарним охолодженням повітря до температури мокрого термометра $t_м$ за 2009 р. для кліматичних умов м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу кліматичні характеристики ГТД і ДВЗ фірм-розробників обґрунтовано гіпотезу внутрішньоциклової тригенерації з охолодженням циклового повітря на вході двигунів шляхом трансформації в холод скидної теплоти, тобто з використанням отриманого холоду в робочому циклі самих двигунів, що забезпечує підвищення паливної ефективності та потужності двигунів.

2. Обґрунтовано підхід до використання скидного теплового потенціалу установок комбінованого виробництва енергії (електричної або механічної), теплоти та холоду шляхом внутрішньоциклової його трансформації з охолодженням циклового повітря базових теплових двигунів, яка забезпечує скорочення споживання палива та збільшення вироблення основного виду енергії (електричної або механічної) при найбільш несприятливих у тепловому відношенні умовах експлуатації (високих температурах повітря на вході) та ефективне використання тригенераційної технології навіть за відсутності зовнішніх споживачів холоду або періодичного його споживання в технологічних процесах переробних виробництв.

3. Визначено пріоритетний напрям внутрішньоциклової низькотемпературної тригенерації з глибоким (до температури 10 °С і нижче) охолодженням циклового повітря на вході теплових двигунів, який забезпечує у 1,5…2,0 рази більшу економію палива при експлуатації в умовах помірного клімату України порівняно з існуючими напрямами внутрішньоциклової тригенерації з охолодженням циклового повітря теплових двигунів до помірних температур 15…20 °С шляхом трансформації скидної теплоти в абсорбційних бромистолітієвих холодильних машинах (АБХМ).

4. Вперше запропонована двоступінчаста абсорбційно-ежекторна трансформація теплоти в холод, яка поєднує високу ефективність трансформації теплоти в холод в АБХМ (при охолодженні повітря до $t_{в2}$ = 15…20 ºС при ζ = 0,7…0,8) з глибоким охолодженням повітря до низької температури $t_{в2}$ = 7…10 ºС в менш ефективних ЕХМ (ζ = 0,2…0,3) та забезпечує зменшення витрат теплоти $Q_г = Q_0 / \zeta$, що особливо важливо в умовах обмеженого скидного теплового потенціалу, зокрема відпрацьованих газів регенеративних ГТУ, при одночасному споживанні холоду технологічними виробництвами або, навпаки, за відсутності зовнішніх споживачів холоду.

Список використаних джерел

1. Долинский А.А. Анализ энергетической эффективности когенерационных схем [текст] / А.А. Долинский, Б.И. Басок, Д.А. Коломейко // Техногенна безпека: Наукові праці МДГУ ім. П.Могили.– Миколаїв: МДГУ.– 2006.– Т. 49.– Вип. 36.– С. 65–67.

2. Долинский А.А. Эффективность когенерационных тепловых схем [текст] / А.А. Долинский, Б.И. Басок, Д.А. Коломейко // Техногенна безпека: Наукові праці МДГУ ім. П.Могили.– Миколаїв: МДГУ.– 2007. – Т. 61. – Вип. 48. – С. 30–38.

3. Радченко, Р.Н. Энергоресурсосберегающая внутрицикловая тригенерация в газотурбинных установках компрессорных станций [текст] / Р.Н. Радченко, Н.И. Радченко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 10(87). – С. 98–103.

4. Радченко Н.И. Судовые дизельные установки тригенерационного типа [текст] / Н.И. Радченко, А.А. Сирота, Т. Бес // Зб. наук. праць Національного університету кораблебудування. – 2008. – Вип. 3 (420). – С. 76–84

5. 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.

6. Campanary S. Technical and tariff scenarios effect on microturbine trigenerative applications [Text]/S. Campanary, E. Macchi// Proceedings of ASME TURBO EXPO 2003.–Paper GT-2003-38275.–10 p.

7. Тригенерация в энергетическом треугольнике [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.daichi.ua/press/publications/news-709.php; http://ddugroup.ua/press/publications/news-709.php

8. Bassols J., Kuckelkorn B., Langreck J. et al. Trigeneration in the food industry // Applied Thermal Engineering. – 2002. – Vol. 22. – P. 595–602.

9. Bortmany J.N. Assesstment of aqua-ammonia refrigeration for pre-cooling gas turbine inlet air [Text] / J.N. Bortmany // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30657. – 12 p.

10. Radchenko, A. Investigation of regenerative gas turbine intake air cooling and comfort air conditioning in climatic conditions of Libya/ A. Radchenko, Ramzi Kamel El Gerbi // Proceedings of the 16 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE–2016. – Szczecin, Poland. – 2016. – P. 373–381.

11. Radchenko, A.M. Cooling cyclic intake air and charged gas-air mixture in gas engine of plant for combined energy supply [Text] / A.M. Radchenko, A.V. Konovalov // Proceedings of the 14 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE–2012. – Szczecin, Poland. – 2012. – P. 497–502.

12. Радченко, А.Н. Исследование охлаждения воздуха в тригенерационных комплексах автономного энергообеспечения в тропических условиях [Текст] / А.Н. Радченко, Рамзи Камел Эл Герби //Зб. наук. праць НУК. – 2015. – Вип. № 6 (462). – С.70–76.

13. Радченко А.М. Турбодетандерна система охолодження суднового електрогенератора та повітря на вході приводного дизеля // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ. – 2011.– Вип.39. – Т.1. – С. 46–49.

14. Bhargava R. Parametric analysis of existing gas turbines with inlet evaporative and overspray fogging / R. Bhargava, C.B. Meher-Homji // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002.–Paper GT-2002-30560.– 15 p.

15. Chaker M. Inlet fogging of gas turbine engines: Climatic analysis of gas turbine evaporative cooling potential of international locations [Text] / M. Chaker, C.B. Meher-Homji // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30559. – 16 p.

16. Газотурбинные электростанции. – Николаев: ГП НПКГ "Заря"–"Машпроект", 2007. – 16 с.

17. Ingersoll Rand. Energy Systems. Microturbine product and benefits. – 2011. – 24 p.

18. Микротурбины FlexEnergy.– 58 с. http://dg-company.ru/wp-content/uploads/2013/12/flexenergy-microturbines-info.pdf

19. Автономные энергосистемы. Microturbines Capstone, OPRA. – 2011. – 16 с.

20. Радченко, А.Н. Методологический подход к рациональному проектированию комбинированной теплоиспользующей системы охлаждения воздуха на входе газотурбинной установки [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор. //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 4(121). – С. 76–79.

21. Радченко, А.Н. Методологический подход к выбору тепловой нагрузки комбинированной системы охлаждения воздуха на входе ГТУ [Текст] / А.Н. Радченко, Н.И. Радченко, С.А. Кантор, Б.С. Портной //Авиационно-космическая техника и технология. – 2016. – № 6(133). – С. 55–59

22. Nixdorf M. Thermo-economic analysis of inlet air conditioning methods of a cogeneration gas turbine plant [Text] / M. Nixdorf, A. Prelipceanu, D. Hein // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30561. – 10 p.

23. Yokoyama, R. Effect of inlet air cooling by ice storage on unite sizing of a gas turbine cogeneration plant [Text] / R. Yokoyama, K. Ito // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002.– Paper GT-2002-30484.– 8 p.

24. Radchenko, A. Increasing the efficiency of gas turbine intake air cooling in temperate climate by hybrid waste heat recovery chiller/ A. Radchenko // Proceedings of the 16 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE–2016. – Szczecin, Poland. – 2016. – P. 363–371.

УДК 621.57

МЕТОДОЛОГІЯ ТЕРМОЧАСОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОХОЛОДЖЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬОЦИКЛОВОЇ ТРИГЕНЕРАЦІЇ

А.М. Радченко, канд. техн. наук, доцент
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

1. Вихідні посилки методу аналізу ефективності охолодження повітря на вході двигунів енергоустановок в конкретних кліматичних умовах експлуатації термочасовим потенціалом

Ефективність енергоустановок на базі теплових двигунів – газотурбінних (ГТД) і двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) включно з газовими двигунами (ГД) – суттєво залежить від температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ на вході. Так, за даними [1, 2] кожні 10 ºС збільшення температури повітря $t_{нв}$ на вході ГТД порівняно з $t_{нв}$ = 15 ºС (ISO 3977) призводять до зменшення потужності N_e на 5...9 % та зростання питомої витрати палива b_e на 3,5...7 г/(кВт·год.). Погіршується паливна ефективність і вітчизняних ГТД виробництва ДП НВКГ "Зоря-Машпроект": питома витрата палива b_e зростає на 5...8 г/(кВт·год.), а потужність N_e падає на 5...10 % на кожні 10 ºС підвищення температури повітря $t_{нв}$ на вході [3]. Суттєво погіршуються показники ефективності ГТД малої потужності (до 300 кВт) регенеративного типу, які широко застосовуються в установках автономного енергозабезпечення. Так, з підвищенням $t_{нв}$ на вході регенеративних ГТД "FlexEnergy" типу MT250 [4] і Capstone C200 [5] на 10 °С питома витрата палива b_e зростає на величину $\Delta b_e \approx 7$ г/(кВт·год), а електрична потужність N_e зменшується на 8…10 %.

Оскільки скидний тепловий потенціал двигунів доволі високий: температура відпрацьованих газів ГТД простого циклу $t_{вг}$ = 450…550 °С, а ГТД регенеративного типу $t_{вг}$ = 250…300 °С, то його доцільно трансформувати в холод, а останній використовувати для охолодження повітря на вході двигунів з метою покращення їх термодинамічної ефективності, тобто застосовувати внутрішньоциклову тригенерацію [6–13].

Ефект від охолодження повітря на вході двигунів енергоустановок у вигляді скорочення споживання палива і зростання потужності (виробництва електроенергії) практично прямопропорційний зниженню температури повітря $\Delta t_в = t_{нв} - t_{в2}$, тобто термічній (температурній) складовій термочасового потенціалу охолодження, і тривалості т експлуатації двигуна (часовій складовій) термочасового потенціалу охолодження. Отже визначення потенційно можливого зниження температури повітря $\Delta t_в$ і його тривалості, тобто термочасового потенціалу охолодження як інтегрального показника оцінки ефективності застосування охолодження повітря, має бути першим кроком при аналізі взагалі доцільності охолодження повітря на вході теплового двигуна в конкретних кліматичних умовах експлуатації.

Зниження температури повітря $\Delta t_в = t_{нв} - t_{в2}$ на вході двигуна визначається поточною температурою повітря $t_{нв}$ (кліматичний фактор) та глибиною охолодження, тобто мінімальною температурою охолодженого повітря $t_{в2}$, яка в свою чергу залежить від температури холодоносія $t_х$, а та – від типу ТХМ. При цьому чим нижче температура охолодженого повітря $t_{в2}$, тим більше тривалість експлуатації двигуна при цій $t_{в2}$ упродовж року. Таким чином, тип ТХМ (температура холодоносія $t_х$) визначає глибину охолодження $t_{в2}$, а відтак і зниження температури повітря $\Delta t_в$, тобто потенціал охолодження повітря на вході теплового двигуна і отримуваний від нього ефект. Окрім того, ТХМ повинна забезпечити ефективну трансформацію наявної скидної теплоти в холод (з достатньо високим тепловим коефіцієнтом ζ), а встановлена (проектна) холодопродуктивність ТХМ – повну реалізацію потенціалу охолодження.

Знаючи скорочення питомого споживання палива Δb_e і зростання потужності двигуна ΔN_e, що припадають на 1 °С зниження температури повітря на вході двигуна $\Delta t_в$, легко перейти від термочасового потенціалу охолодження до технічних показників (b_e і N_e) та економічного показника – вартості зекономленого палива і додатково виробленої електричної (механічної) енергії.

Мета дослідження – розробити метод термоекономічного аналізу ефективності застосування охолодження повітря на вході теплового двигуна, який базується на термочасовому потенціалі охолодження, що враховує зміну кліматичних умов в процесі експлуатації, і дозволяє визначати тип і встановлену (проектну) холодопродуктивність ТХМ.

2. Основні положення методу визначення потенціалу охолодження циклового повітря на вході двигунів енергоустановок відповідно до кліматичних умов експлуатації

Для оцінки поточного (годинного) потенціалу П охолодження повітря на вході двигуна доцільно використовувати такий простий показник, як зниження температури повітря $\Delta t_в$ від поточної зовнішньої температури $t_{нв}$ до кінцевої $t_{в2}$ протягом 1 години, тобто $П = \Delta t_в$ т, °С·год., де т = 1 год. Тоді термочасовий потенціал охолодження повітря на вході ГТД сумарний – за будь-який період часу т (місяць, рік) – являє собою суму добутків: $П = \Sigma(\Delta t_в \text{ т})$, °С·год.

Потенціал охолодження (еквівалентні градуси-години охолодження – Equivalent Cooling Degree Hours "ECDH") був запропонований в роботі [14]. При цьому його застосування обмежувалося оцінкою потенціалу охолодження повітря на вході ГТД його зволоженням до стану насичення (до температури повітря по мокрому термометру $t_м$). Проте використання термочасового потенціалу відкриває набагато ширші можливості не

тільки для оцінки власне потенціалу охолодження повітря на вході двигунів в різних кліматичних умовах експлуатації за певний час, наприклад, за рік, але дає можливість вибору раціональних типу та встановленої (проектної) холодопродуктивності ТХМ, які забезпечують максимальні значення термочасового потенціалу, а відтак і ефекту від охолодження у вигляді скорочення витрат палива та збільшення потужності енергоустановки (виробництва електричної/механічної енергії), що і було покладено в основу запропонованої методології.

Так, в абсорбційних бромістолітієвих холодильних машинах (АБХМ) можливе охолодження повітря до $t_{в2}$ = 12…15ºС ($t_х$ = 7…10 ºС), в абсорбційних водоаміачних (ВАХМ) або ежекторних хладонових (ЕХМ) холодильних машинах – до більш низьких $t_{в2}$ = 7…10 ºС ($t_х$ = 2…5 ºС) і нижче.

При експлуатації двигунів мають місце як сезонні, так і добові зміни тепловологісних параметрів зовнішнього повітря. На рис. 1 наведена зміна температури $t_{нв}$, відносної вологості φ і вологовмісту d зовнішнього повітря протягом липня 2009 року для кліматичних умов м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл., де розташована Південно-Бузька газотурбінна компресорна станція (КС).

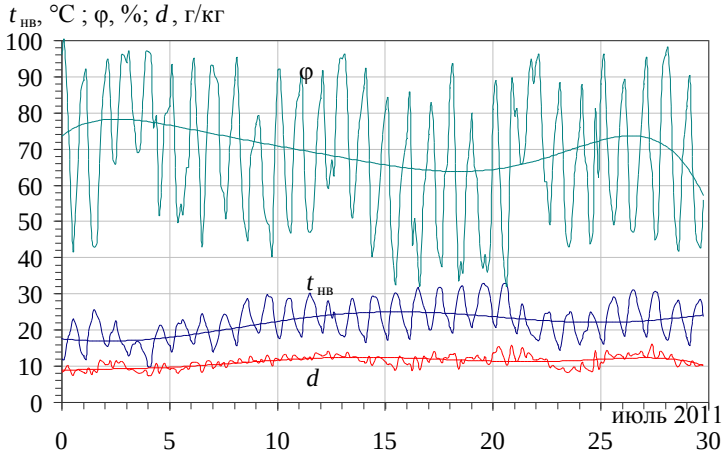


Рис. 1. Зміна температури $t_{нв}$, відносної вологості φ та вологовмісту d зовнішнього повітря протягом липня 2009 року

Значення зниження температури повітря $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ від поточної зовнішньої температури $t_{нв}$ до кінцевої $t_{в2}$ = 10 ºС (ВАХМ або ЕХМ) і 15 ºС (АБХМ), поточного погодинного термочасового потенціалу охолодження повітря на вході двигуна, $П = \Delta t_в \tau$, °С·год., де τ = 1 год., сумарного (за нарощуванням) потенціалу охолодження, $П = \Sigma(\Delta t_в \tau)$, для кліматичних умов експлуатації ГТД Південно-Бузької компресорної станції (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.) упродовж доби (7.07.2009) наведено на рис. 2.

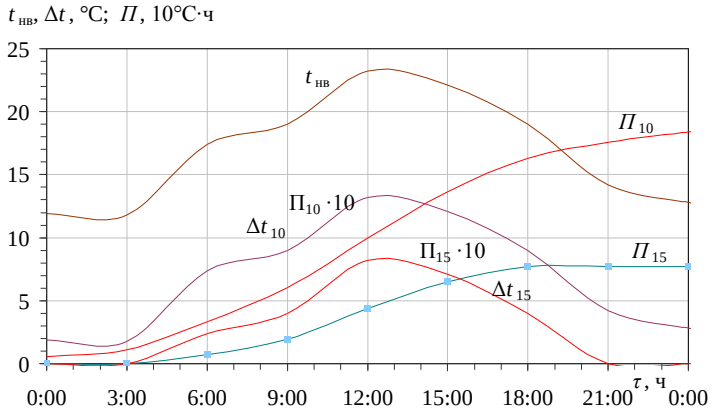


Рис. 2. Значення поточних зовнішньої температури $t_{нв}$, зниження температури повітря Δt і відповідного погодинного потенціалу охолодження повітря на вході двигуна, $П = \Delta t_в \tau$, де τ = 1 год., сумарного потенціалу, $П = \Sigma(\Delta t_в \tau)$: Δt_{10} і $П_{10}$ – при $t_{в2}$ = 10 ºС (ВАХМ або ЕХМ); Δt_{15} і $П_{15}$ – при $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ)

Поточні погодинні значення термочасового потенціалу охолодження $П = \Delta t_в \tau$, °С·год, де τ = 1 год, чисельно збігаються з величинами зниження температури повітря $\Delta t_в$, °С.

Поточні значення зовнішньої температури повітря $t_{нв}$ і мокрого термометра $t_м$, зниження температури повітря $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ в ТХМ і в результаті зволоження повітря до стану насичення $\Delta t_м = t_{нв} - t_м$ зі зниженням його температури до мокрого термометра $t_м$, відповідні сумарні (за нарощуванням) термочасові потенціали охолодження повітря на вході двигуна, $П = \Sigma(\Delta t_в \tau)$, при охолодженні повітря до $t_{в2}$ = 10 ºС (в АВАХМ або

ЕХМ), до 15 ºС (в АБХМ) і до $t_м$ (зволоженням до стану насичення) протягом липня 2009 року наведено на рис. 3.

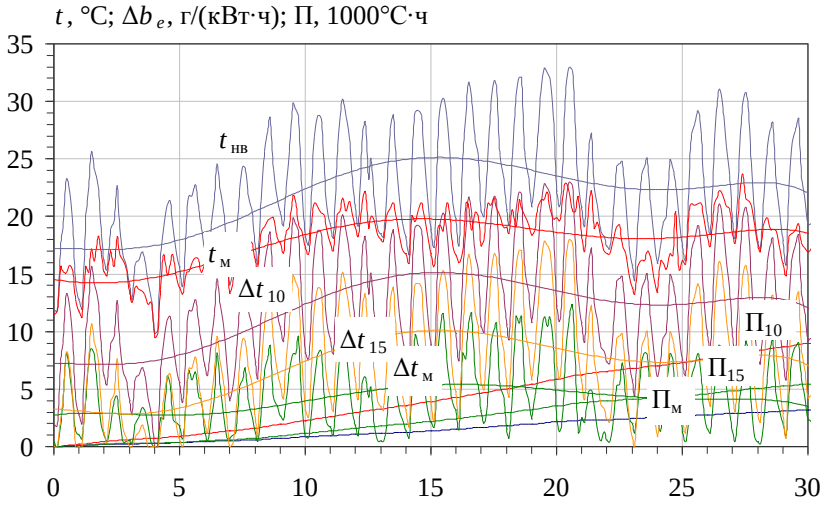


Рис. 3. Поточні значення зовнішньої температури повітря $t_{нв}$ і мокрого термометра $t_м$, зниження температури повітря $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ в ТХМ і в результаті зволоження повітря до стану насичення $\Delta t_м = t_{нв} - t_м$ зі зниженням його температури до мокрого термометра $t_м$, сумарного термочасового потенціалу охолодження повітря на вході ГТД, $П = \Sigma(\Delta t_в \tau)$: Δt_{10} і $П_{10}$ – при $t_{в2}$ = 10 ºС (в ВАХМ або ЕХМ); Δt_{15} і $П_{15}$ – при $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБХМ), $\Delta t_м$ і $П_м$ – при $t_{в2} = t_м$ (липень 2009)

Як видно з рис. 2 і 3, зміна $t_{нв}$ обумовлює відповідну зміну $\Delta t_в$, тобто поточних часових значень термочасового потенціалу охолодження $П = \Delta t_в \tau$, і, отже, темпів зростання його сумарної величини $П = \Sigma(\Delta t_в \tau)$ протягом доби і місяця.

Аналогічні дані з щомісячних та їх сумарного (нарощуванням) термочасових потенціалів П охолодження повітря на вході двигуна від поточної зовнішньої температури $t_{нв}$ до кінцевої $t_{в2}$ = 10 ºС (в ВАХМ або ЕХМ) і 15 ºС (в АБХМ), а також в результаті зволоження повітря до стану насичення – температури по мокрому термометру $t_м$ протягом 2009 року наведено на рис. 4 (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.). При цьому щомісячні термочасові потенціали охолодження представляють собою суму добових потенціалів за кожний відповідний місяць: $П_{міс} = \Sigma(\Delta t_в \tau)_{доб.}$, а річний потенціал – суму 12-ти щомісячних термочасових потенціалів: $П_{річн} = \Sigma П_{міс}$.

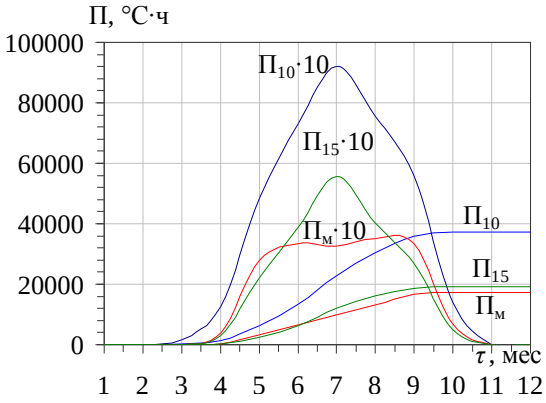


Рис. 4. Значення щомісячних та їх сумарного упродовж 2009 р. термочасових потенціалів П охолодження повітря на вході двигуна від $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 ºС (ВАХМ або ЕХМ) і 15ºС (АБХМ) та в результаті зволоження повітря до стану насичення – до температури $t_м$

Як видно з рис. 4, максимальні значення щомісячного термочасового потенціалу П охолодження повітря на вході двигуна припадають на найтепліші липень-серпень місяці. Найбільшим щомісячним термочасовим потенциалам охолодження П відповідають максимальні темпи нарощування сумарного термочасового потенціалу за рік – найбільш крутий характер графічної залежності $П = \Sigma(\Delta t_в \tau) = f(\tau)$.

3. Визначення типу і встановленої холодопродуктивності термотрансформаторів охолодження циклового повітря на вході двигунів з урахуванням кліматичних умов експлуатації на основі термочасового потенціалу

Оскільки глибина охолодження повітря $\Delta t_в = t_{нв} - t_{в2}$ залежить від $t_{в2}$, від якої у свою чергу залежить також тривалість τ: чим нижче $t_{в2}$, тим більше тривалість експлуатації двигуна з охолодженням повітря на вході, то вже на етапі розрахунку термочасового потенціалу охолодження за рік $\Sigma(\Delta t_в \tau)$ з'являється можливість з урахуванням зв'язку температур охолодженого повітря $t_{в2}$ і холодоносія ТХМ $t_х$ ($t_{в2} = t_х + 5…10$ °С) визначити раціональний тип ТХМ, який би забезпечував найбільшу величину річного термочасового потенціалу охолодження $\Sigma(\Delta t_в \tau)$.

Значення річного термочасового потенціалу охолодження П повітря на вході двигуна при різних кінцевих його температурах $t_{в2}$ (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл., 2009 р.) дано на рис. 5.

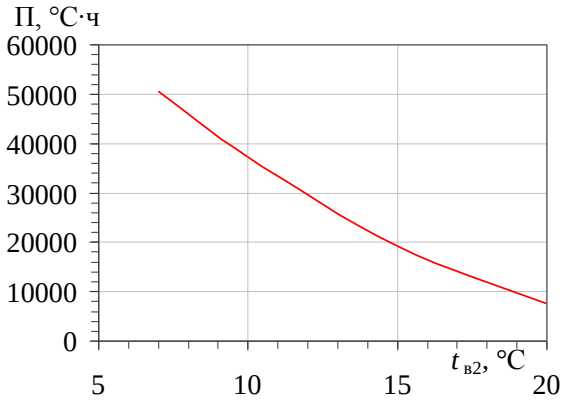


Рис. 5. Значення річного термочасового потенціалу охолодження П повітря на вході двигуна при різних кінцевих його температурах $t_{в2}$ (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл., 2009 р.)

Як видно, при охолодженні повітря в АБХМ ($t_{в2}$ = 12…15 ºС) значення річного термочасового потенціалу охолодження П повітря на вході двигуна становить 20000…30000 ºС·год, тоді як в ВАХМ або ЕХМ ($t_{в2}$ = 7…10 ºС) – П = 36000…50000 ºС·год, тобто в 1,7...1,8 рази більше, відповідно більше й отриманий ефект у вигляді економії палива.

Для оцінки капітальних витрат і вибору раціональної ТХМ, що забезпечує найбільший економічний ефект (з урахуванням економії палива і витрат на ТХМ) в кліматичних умовах конкретного регіону, необхідно крім типу ТХМ, який визначає глибину охолодження повітря (кінцеву температуру $t_{в2}$ і відповідний річний термочасовой потенціал охолодження П), вибрати ще й раціональну встановлену холодопродуктивність (холодильну потужність) ТХМ Q_0, що забезпечує найбільший (або близький до нього) сумарний (річний) термочасовой потенціал П охолодження повітря при високих темпах його нарощування (темпах зростання П). Інакше при завищеній встановленій холодопродуктивності Q_0 матиме місце невисокий коефіцієнт використання ТХМ (експлуатація більшу частину часу не на повну потужність і, отже, завищені капітальні витрати на ТХМ), а при заниженій Q_0, навпаки, – значне недоохолодження повітря на вході двигуна при підвищених його температурах $t_{нв}$ (у періоди пікових теплових навантажень на ТХМ). Тому подальшим розвитком термоекономічного методу оцінки ефективності охолодження повітря на вході двигуна є визначення раціональної встановленої холодопродуктивності ТХМ Q_0, що забезпечує найбільший сумарний (річний) потенціал охолодження П повітря, причому при високих темпах його нарощування.

Витрати холодопродуктивності Q_0 на охолодження повітря на вході двигуна залежать не тільки від величини зниження його температури $\Delta t_в = t_{нв} - t_{в2}$, тобто кількості відведеної від повітря явної теплоти, а й від теплоти конденсації водяної пари з вологого повітря при зниженні його температури нижче точки роси в процесі охолодження. Відношення повної кількості теплоти (різниці ентальпій повітря на вході і виході з повітроохолоджувача), відведеної від вологого повітря в повітроохолоджувачі (ПО), до кількості явної теплоти, що визначається різницею температур по сухому термометру, характеризується коефіцієнтом вологовипадіння ξ. Значення коефіцієнта вологовипадіння ξ визначає напрямок процесу охолодження повітря в ПО і залежить від зниження температури повітря $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$, а також зменшення вологовмісту $\Delta d = d_{нв} - d_{в2}$, яке, в свою чергу, – від відповідних значень відносної вологості $\varphi_{нв}$ і $\varphi_{в2}$, змінних протягом доби. Тоді повні витрати холодопродуктивності Q_0 на охолодження вологого повітря на вході двигуна $Q_0 = G_в \cdot \xi\, c_{вл} (t_{нв} - t_{в2})$, а питомі витрати, що припадають на одиницю витрати повітря $G_в$ = 1 кг/с, відповідно $q_0 = \xi\, c_{вл} (t_{нв} - t_{в2})$, де $c_{вл}$ – теплоємність вологого повітря.

Значення коефіцієнта вологовипадіння ξ розраховують як

$$\xi = (I_{в1} - I_{в2})/[c_{вл}\,(t_{в1} - t_{в2})] = (I_{в1} - I_{н})/[c_{вл}\,(t_{в1} - t_{н})],$$

де $I_{в1}$ и $I_{в2}$ – ентальпії вологого повітря на вході і виході повітроохолоджувача; $I_{н}$ – ентальпія повітря на виході повітроохолоджувача при його охолодженні до стану насичення, тобто $\varphi_2 = 100$ %; $t_{н}$ – температура зовнішньої поверхні на виході повітроохолоджувача, яку приймають на 5...10 ºС вище температури $t_{х}$ холодоносія в повітроохолоджувачі; $c_{вл}$ – теплоємність вологого повітря при середній температурі $0{,}5(t_{в1} + t_{в2})$.

При цьому ентальпія вологого повітря розраховується як

$$I_{в} = c_{вл}\cdot t_{в} + r_{п}\,d = (1{,}01 + 1{,}89d)\,t_{в} + r_{п}\,d\ ,\ \text{кДж/кг},$$

де $r_{п}$ – питома теплота фазового перетворення (конденсації), $r_{п} \approx 2500$ кДж/кг; d – вологовміст повітря, тобто кількість водяної пари в 1 кг сухої частини повітря, кг/кг с.п.

Теплоємність вологого повітря знаходять як $c_{вл} = 1{,}01 + 1{,}89d$, а його вологовміст $d = 0{,}622\ P_{п}/(P - P_{п})$. Тоді з урахуванням $\varphi = \rho_{п}/\rho_{п}'' = P_{п}/P_{п}''$ отримують $d = 0{,}622\ \varphi\ P_{п}''/(P - \varphi\ P_{п}'')$, де $\rho_{п}$ і $\rho_{п}''$ – густина водяної пари в ненасиченому стані і стані насичення (при тиску насичення); P, $P_{п}$ і $P_{п}''$ – тиск вологого повітря, парціальні тиски водяної пари в ненасиченому і насиченому повітрі (тиск водяної пари в стані насичення) при тій же температурі повітря $t_{в}$. Тиск водяної пари в стані насичення $P_{п}''$ знаходять за рівнянням стану водяної пари при температурах повітря $t_{в1}$ і $t_{в2}$ або за таблицями властивостей водяної пари. При охолодженні повітря до стану насичення ($\varphi_2 = 1{,}0$): $P_{п} = P_{п}''$ при температурі точки роси. Величина $\xi = 1$ відповідає умовам охолодження без випадіння вологи.

Значення коефіцієнта вологовипадіння ξ залежать від зміни температури Δt і вологовмісту Δd повітря в повітроохолоджувачі на вході двигуна в процесі його охолодження від температури $t_{нв}$ до $t_{в2} = 10$ і 15 ºС (рис. 6).

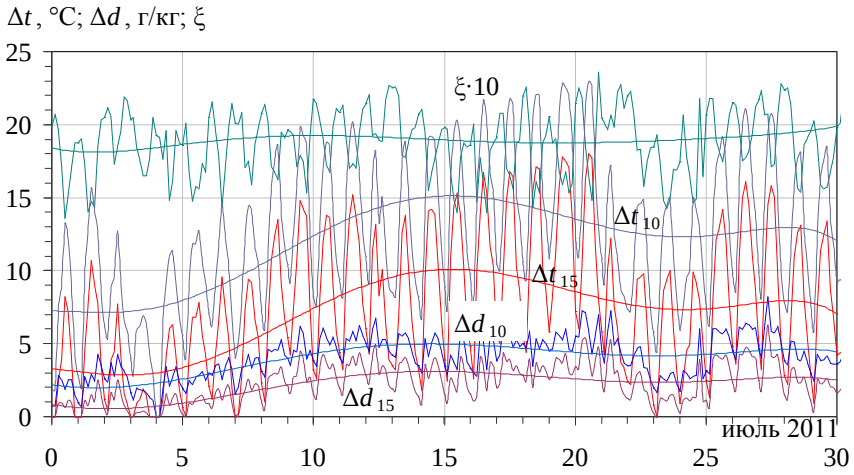


Рис. 6. Значення зниження температури Δt і вологовмісту Δd повітря в повітроохолоджувачі на вході двигуна та коефіцієнти вологовипадіння ξ в процесі його охолодження від температури $t_{нв}$ до $t_{в2} = 10$ і 15 ºС (липень 2009 року, м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл.)

Як видно, максимальне зниження температури Δt і вологовмісту Δd повітря відбувається практично в одні і ті ж проміжки часу, хоча і з деяким зміщенням, причому максимальне зниження температури Δt – при мінімальних значеннях коефіцієнта вологовипадіння ξ (рис. 6), тобто коли частка теплоти конденсації водяної пари з вологого повітря в загальній кількості теплоти, відведеної від вологого повітря в повітроохолоджувачі, мінімальна, що має місце при максимальних температурах зовнішнього повітря $t_{нв}$.

Та обставина, що максимальна кількість конденсату відводиться в періоди саме найбільшого охолодження – в денні години (опівдні), а не у вечірній і нічний часи, коли відносна вологість φ максимальна (як можна було б очікувати), відкриває можливості використання конденсату в години максимальних температур зовнішнього повітря $t_{нв}$.

Значення термочасового потенціалу охолодження повітря $П = \Sigma(\Delta t_{в}\,т)$ на вході двигуна залежно від питомих, що припадають на одиницю витрати повітря через двигун, $G_{в} = 1$ кг/с, витрат холодопродуктивності $q_0 = \xi\ c_{вл}\ (t_{нв} - t_{в2})$, кВт/(кг/с), при різних кінцевих температурах охолодженого повітря $t_{в2}$ для липня 2009 року наведено на рис. 7, а всього 2009 року – рис. 8 (м. Південноукраїнськ Миколаївської обл.).

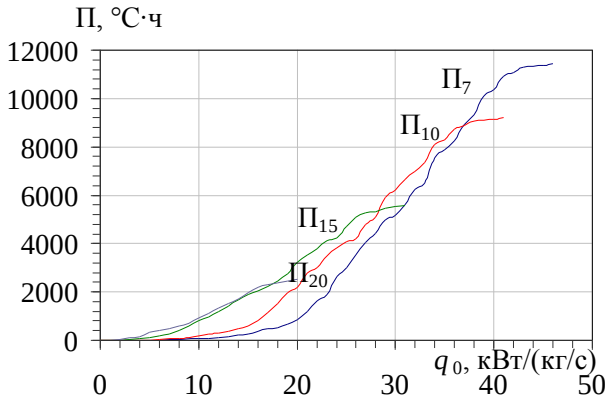


Рис. 7. Значення термочасового потенціалу охолодження повітря П на вході двигуна залежно від питомих, що припадають на одиницю витрати повітря через двигун, витрат холодопродуктивності q_0 при різних кінцевих температурах охолодженого повітря $t_{в2}$ для липня 2009 року (м. Південноукраїнськ Миколаївської обл.).

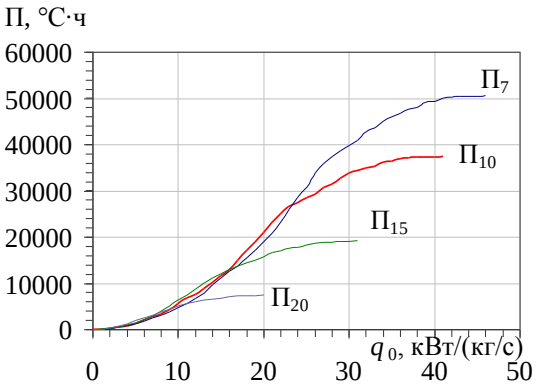


Рис. 8. Значення річного термочасового потенціалу охолодження П повітря на вході двигуна залежно від питомих, що припадають на одиницю витрати повітря, витрат холодопродуктивності q_0 при різних кінцевих температурах охолодженого повітря $t_{в2}$ (м. Південноукраїнськ Миколаївської обл., 2009 р.)

Як видно з рис. 8, при охолодженні повітря на вході двигуна до кінцевої температури $t_{в2}$ = 10 ºС (в АВАХМ або ЕХМ) і питомої (що припадає на одиницю витрати повітря $G_в$ = 1 кг/с) холодопродуктивності ТХМ q_0 = 34 кВт/(кг/с), значення термочасового потенціалу охолодження П за 2009 рік становлять 3600 ºС·год при високих темпах його нарощування. Через падіння темпів нарощування П подальше збільшення q_0 від 34 до 40 кВт/(кг/с) не призводить до помітного зростання П і, відповідно, економії палива. В той же час збільшення холодильної потужності ТХМ викликає значне зростання капітальних витрат. Таким чином, питому холодопродуктивність ТХМ q_0 = 34 кВт/(кг/с), можна вважати раціональною і виходячи з неї вибирати повну встановлену холодильну потужність ТХМ відповідно до витрати повітря $G_в$ через ГТД: $Q_0 = G_в \cdot q_0$, кВт.

Оскільки вибір встановленої (проектної) питомої холодопродуктивності q_0 і відповідної повної Q_0 здійснюють не за максимальним тепловим навантаженням, а дещо меншим, що забезпечує високі темпи приросту ефекту, одержуваного за рахунок охолодження повітря на вході ГТУ у вигляді скорочення витрати палива $B_т$, то цілком очевидно, що в найбільш спекотні дні протягом деякого часу буде мати місце недоохолодження повітря до потенційно можливої мінімальної температури: $t_{в2}$ = 10 ºС (ВАХМ або ЕХМ) і $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ). Про те, наскільки істотними можуть бути величини дефіциту (недостатньої) питомої (витрата повітря $G_в$ = 1 кг/с) холодопродуктивності $\Delta q_{0.д}$ та відповідного недоохолодження повітря $\Delta t_д$ на вході ГТУ в порівнянні з поточними значеннями питомого теплового навантаження $q_{0.10}$ і $\Delta q_{0.15}$ і потенційно можливими значеннями зниження температури повітря Δt_{10} і Δt_{15} до $t_{в2}$ = 10 ºС (ВАХМ або ЕХМ) і $t_{в2}$ = 15 ºС (АБХМ) для кліматичних умов Південно-Бузької компресорної станції (м. Південноукраїнськ, Миколаївська обл., 2009 р.) можна судити за рис. 9 і 10.

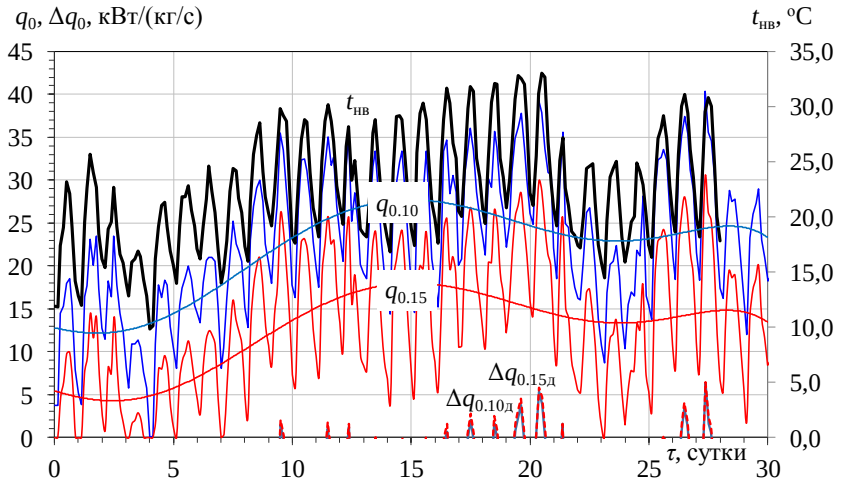


Рис. 9. Поточні значення температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, питомих теплових навантажень на ВАХМ або ЕХМ $q_{0.10}$ і АБХМ $q_{0.15}$ і дефіциту питомої холодопродуктивності $\Delta q_{0.д10}$ (ВАХМ або ЕХМ) і $\Delta q_{0.д15}$ (АБХМ)

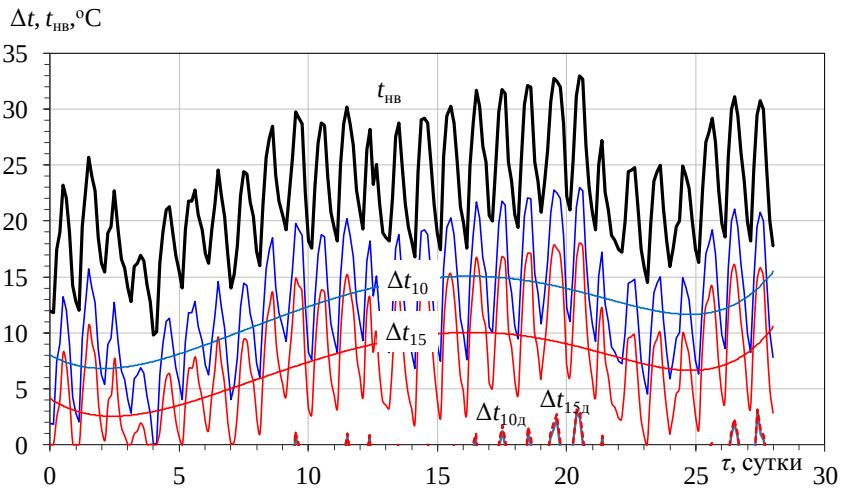


Рис. 10. Поточні значення температури зовнішнього повітря $t_{нв}$, зниження температури Δt повітря на вході двигуна до $t_{в2}$ = 10 °С (в ВАХМ або ЕХМ) і до $t_{в2}$ = 15 °С (в АБХМ), недоохолодження $\Delta t_{д.10}$ і $\Delta t_{д.15}$ повітря на вході ГТУ в порівнянні з потенційно можливим його зниженням Δt від поточних значень $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 °С і $t_{в2}$ = 15 °С

При цьому недоохолодження $\Delta t_{д.10}$ і $\Delta t_{д.15}$ повітря на вході двигуна в порівнянні з потенційно можливим зниженням температури повітря Δt від поточних значень температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ до температур $t_{в2}$ = 10 °С в ВАХМ або ЕХМ і $t_{в2}$ = 15 °С в АБХМ розраховували як $\Delta t_{д.10} = \Delta t_{10} - \Delta t_{10.р}$ і $\Delta t_{д.15} = \Delta t_{15} - \Delta t_{15.р}$, де $\Delta t_{10} = t_{нв} - 10$ °С и $\Delta t_{15} = t_{нв} - 15$ °С, $\Delta t_{10.р} = q_{0.р10}/\xi$ і $\Delta t_{15.р} = q_{0.р15}/\xi$, а значення раціональної питомої встановленої (проектної) холодопродуктивності $q_{0.р10}$ і $q_{0.15.р}$ визначають згідно з рис. 8.

З рис. 10 видно, що недоохолодження $\Delta t_{д.10}$ і $\Delta t_{д.15}$ повітря на вході двигуна в порівнянні з потенційно можливим зниженням температури повітря Δt від поточних значень температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ до температури $t_{в2}$ = 10 °С в ВАХМ або ЕХМ і $t_{в2}$ = 15 °С в АБХМ становить 2…3 °С, причому воно короткочасне навіть у самому спекотному місяці (липні). З цього випливає, що вибір раціональних значень питомої встановленої (проектної) холодопродуктивності $q_{0.10}$ і $q_{0.15}$ згідно рис. 3.4 проведений правильно і з урахуванням кліматичних умов експлуатації.

Річні витрати питомої теплоти $q_г$ (що припадає на одиницю витрати випускних газів $G_{уг}$ = 1 кг/с) на отримання питомої холодопродуктивності q_0 (що припадає на одиницю витрати повітря $G_в$ = 1 кг/с) при різних температурах повітря $t_{в2}$ – у різних ТХМ дано на рис. 11.

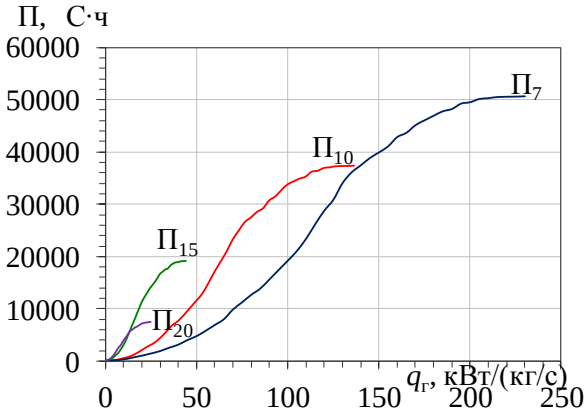
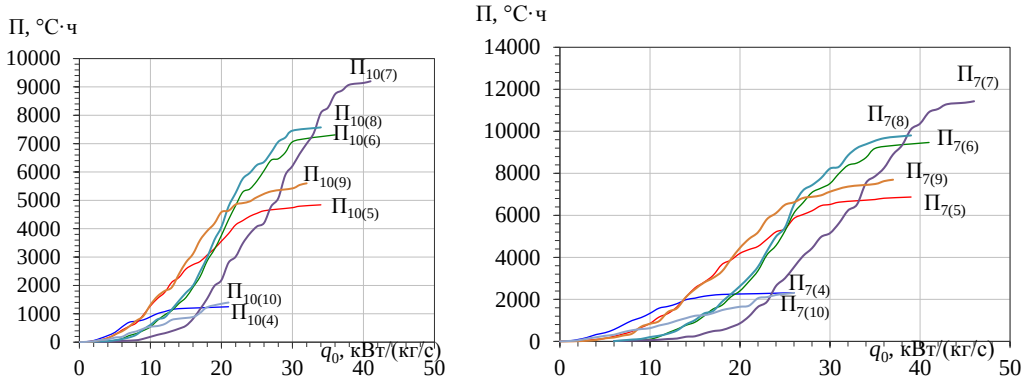


Рис. 11. Значення річного термочасового потенціалу охолодження П повітря на вході двигуна залежно від питомих витрат теплоти $q_г$ на отримання холоду в різних ТХМ при різних кінцевих температурах охолодженого повітря $t_{в2}$

Оскільки температура охолодженого повітря $t_{в2}$ визначається температурою холодоносія $t_х$, тобто залежить від типу ТХМ, а значить, і теплового коефіцієнта ζ, то виходили з наступного: охолодження до $t_{в2}$ = 7 °С (t_0 = 1…2 °С) здійснюють в ЕХМ з ζ = 0,2; при $t_{в2}$ = 10 °С (t_0 = 3…4 °С) – в ЕХМ (ζ = 0,3); при $t_{в2}$ = 15 і 20 °С – в АБХМ (ζ =0,7 і 0,8 відповідно).

Про те, що значення питомої встановленої (проектної) холодопродуктивності $q_{0.10}$ = 34 кВт/(кг/с) при охолодженні повітря на вході двигуна до температури $t_{в2}$ = 10 ºС в ЕХМ (рис. 3.4) достатньо для покриття витрат холоду в літні місяці можна судити по рис. 12.



а ***б***

Рис. 12. Значення термочасового потенціалу охолодження П повітря на вході двигуна залежно від питомих, що припадають на одиницю витрати повітря, витрат холодопродуктивності q_0 при охолодженні повітря до температури $t_{в2}$ = 10 ºС (***а***) і $t_{в2}$ = 7 ºС (***б***) для квітня-жовтня 2009 року (м. Південноукраїнськ Миколаївської обл., 2009 р.): $П_{10(4)}$ …$П_{10(10)}$ – 4-10-й місяці

З рис. 12,***б*** видно, що значення раціональної питомої проектної холодопродуктивності $q_{0.10}$ = 34 кВт/(кг/с) при охолодженні повітря на вході двигуна до $t_{в2}$ = 10 ºС достатньо і для більш глибокого до $t_{в2}$ = 7 ºС зниження температури повітря в травні-червні та серпні-вересні місяцях.

Висновки

1. Розроблено методологію аналізу ефективності охолодження повітря на вході двигунів трансформацією скидної теплоти (внутрішньоциклової тригенерації) в різних кліматичних умовах експлуатації. Методологія базується на понятті "термочасового потенціалу охолодження", який представляє собою суму добутків зниження температури повітря на вході та відповідних проміжків часу експлуатації двигуна при зниженій температурі.

2. Завдяки врахуванню кліматичних умов величиною зниження температури зовнішнього повітря і тривалості експлуатації двигуна при зниженій температурі повітря на вході термочасовий потенціал дозволяє оцінювати ефект від охолодження повітря на вході за різними показниками ефективності двигунів: питомою витратою палива b_e і потужністю N_e (виробництвом електричної/механічної енергії). Для цього достатньо використовувати статистичні дані з впливу температури повітря на вході на термодинамічну ефективність двигуна (ККД η_e, питому витрату палива b_e, потужність N_e), тобто кліматичні характеристики двигунів.

3. Термочасовий потенціал охолодження завдяки сумісному врахуванню поточних упродовж року температурного (енергетичного) і часового факторів дозволяє визначати раціональну проектну холодопродуктивність встановленої тепловикористовуючої установки охолодження повітря на вході двигунів (термотрансформатора) як основи проектування всього комплексу охолодження повітря на вході двигунів трансформацією скидної теплоти за максимальним річним ефектом від охолодження у вигляді економії палива та зростання виробництва електричної/механічної енергії.

4. Використання термочасового потенціалу охолодження повітря на вході двигуна як критерію, що враховує температурний і часовий фактори, забезпечує універсальний характер методу і можливість його використання для оцінки ефекту від охолодження повітря на вході теплових двигунів різних типів в конкретних кліматичних умовах експлуатації.

Список використаних джерел

1. Bhargava R. Parametric analysis of existing gas turbines with inlet evaporative and overspray fogging / 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 [Text] / 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. Микротурбины FlexEnergy.– 58 с. http://dg-company.ru/wp-content/uploads/2013/12/flexenergy-microturbines-info.pdf

5. Автономные энергосистемы. Microturbines Capstone, OPRA. – 2011. – 16 с.

6. Радченко, А.Н. Термоэкономический метод анализа эффективности охлаждения воздуха на входе двигателей теплоиспользующими холодильными машинами [Текст] / А.Н. Радченко // Холодильна техніка та технологія. – 2014. – № 5(151). – 2014. – С. 30–36.

7. 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.

8. Радченко, А.Н. Оценка потенциала охлаждения воздуха на входе газотурбинных установок трансформацией теплоты отработанных газов в теплоиспользующих холодильных машинах [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 4 (111). – С. 56–59.

9. Радченко, А.Н. Методология технико-экономического обоснования эффективности применения тригенерации в газотурбинных установках [Текст] / А.Н. Радченко, А.С. Морозова // Газотурбинные технологии: Рыбинск. – 2013. – № 3 (114). – С. 42–45.

10. Радченко А.Н. Метод оценки тепловой эффективности термотрансформаторов комбинированного типа для охлаждения воздуха на входе регенеративних ГТУ [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Зб. наук. праць НУК. – 2015. – Вип. № 3 (459). – С. –

11. Radchenko, A. Increasing the efficiency of gas turbine intake air cooling in temperate climate by hybrid waste heat recovery chiller/ A. Radchenko // Proceedings of the 16 International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy: HTRSE–2016. – Szczecin, Poland. – 2016. – P. 363–371.

12. Радченко, А.Н. Методологический подход к рациональному проектированию комбинированной теплоиспользующей системы охлаждения воздуха на входе газотурбинной установки [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор. //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 4(121). – С. 76–79.

13. Радченко, А.Н. Методологический подход к выбору тепловой нагрузки комбинированной системы охлаждения воздуха на входе ГТУ [Текст] / А.Н. Радченко, Н.И. Радченко, С.А. Кантор, Б.С. Портной //Авиационно-космическая техника и технология. – 2016. – № 6(133). – С. 55–59

14. Chaker M. Inlet fogging of gas turbine engines: Climatic analysis of gas turbine evaporative cooling potential of international locations [Text] / M. Chaker, C.B. Meher-Homji // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30559. – 16 p.

УДК 621.57

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ГАЗОТУРБІННИХ І ГАЗОПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ ТА ТЕРМОСОРБЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Козловський А.В., к.т.н., асистент, Коновалов А.В., м.н.с., Грич А.В., к.т.н., асистент, Остапенко О.В., к.т.н., асистент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Сучасні тенденції розвитку енергетичних установок на базі газотурбінних (ГТД) і газопоршневих (ГПД) двигунів пов'язані зі значним зростанням теплових і динамічних навантажень на елементи їх конструкцій. То ж при розробці перспективних зразків ГТД і модернізації існуючих особливу увагу приділяють поліпшенню характеристик найбільш теплонапруженого вузла двигуна – камери згоряння (КЗ). Однією з проблем при експлуатації ГТД є виникнення режимів пульсаційного (вібраційного) горіння в низькоемісійних КЗ. Тому забезпечення стійкості процесу горіння вуглеводневих палив у низькоемісійних КЗ являє собою актуальне науково-прикладне завдання.

Використання числового експерименту на основі сучасних засобів обчислювальної гідродинаміки для прогнозування режимів пульсаційного горіння на етапі розробки двигуна дозволить значно скоротити витрати на проектування та доведення двигуна, підвищити ефективність експлуатації енергетичних систем.

У промисловій та малій енергетиці все більшого поширення набувають установки автономного енергозабезпечення (УАЕ) на базі газопоршневих двигунів (ГПД), що відображає загальносвітову тенденцію децентралізації енергопостачання. Ефективність ГПД залежить від температури зовнішнього повітря і води, що охолоджує наддувне повітря – газоповітряну суміш (ГПС) на вході в циліндри, знижуючись з її підвищенням. В установках автономного енергозабезпечення (УАЕ) охолодження наддувного повітря ГПД здійснюється системою оборотного охолодження з радіатором (градирнею сухого типу), щоб уникнути попадання в охолоджуючу воду атмосферних забруднень. При підвищених температурах зовнішнього повітря 30...35 °С на вході радіатора температура охолодженого наддувного повітря перевищує допустимий рівень 45...50 °С, що призводить до переходу двигуна на часткові режими з відповідним збільшенням питомої витрати палива. Тому доцільне додаткове більш глибоке охолодження наддувного повітря.

Для оцінки ефекту від більш глибокого охолодження наддувного повітря порівняно з його охолодженням радіатором (градирнею сухого типу) необхідні дані по залежності питомої витрати палива ГПД від температури зовнішнього повітря на вході в радіатор або ж від температури наддувного повітря. На жаль, фірми-виробники не наводять їх у доступних інформаційних джерелах, а в результаті моніторингу можна отримати дані лише зі спільного впливу температури зовнішнього повітря на вході в градирню та повітря на всмоктуванні турбокомпресора (ТК). Тому необхідно вирішувати задачу обробки результатів моніторингу зі спільного впливу температур з метою отримання даних по залежності питомої витрати палива ГПД від температури зовнішнього повітря на вході в градирню і, відповідно, від температури наддувного повітря.

В установках автономного енергозабезпечення (УАЕ) на базі ГПД, які випускаються у вигляді когенераційних модулів зі штатними (навішеними на них) теплообмінниками відведення скидної теплоти на нагрів води, доволі гостро стоїть також проблема охолодження припливного повітря машинного відділення (МВ), звідки воно всмоктується наддувними турбокомпресорами (ТК) ГПД. У традиційних системах кондиціювання МВ таких установок охолоджується все припливне повітря, яке надходить до МВ. За теплого клімату через значні теплоприпливи до МВ ззовні, тепловиділення від ГПД і навішених на ГПД теплообмінників температура повітря на вході ТК ГПД висока, що призводить до зростання витрат палива та зменшення електричної потужності. Дефіцит холоду та його нераціональне використання в існуючих системах кондиціювання МВ з охолодженням великих об'ємів припливного повітря, його подачею в МВ, а звідти – на вхід ТК ГД, призводять до підвищення температури повітря на вході ГПД і, як наслідок, погіршення їх паливної ефективності та скорочення виробництва електричної енергії. Тому завдання розробки системи охолодження припливного повітря на вході ГПД, яка забезпечувала б більш низькі його температури за мінімальних витрат холоду, є актуальним.

Третьою складовою проблеми підвищення ефективності УАЕ на базі ГПД є трансформація відведеної від них теплоти з мінімальними втратами. Як правило, скидна теплота ГПД трансформується в холод термотрансформаторами – тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ), а холод використовується на технологічні потреби та кондиціювання повітря різних об'єктів. При цьому скидна теплота відводиться на нагрів води (теплоносія), теплота якого в свою чергу трансформується в холод абсорбційною бромистолітієвою холодильною машиною (АБХМ). Термічний стан ГПД забезпечується підтриманням температури зворотного (охолодженого) теплоносія на вході ГПД не вище 70 °С. В той же час ефективність трансформації теплоти в холод в АБХМ висока за умови зниження температури теплоносія в АБХМ не більше ніж на 10…15 °С, тобто до 75…80 °С при його температурі на виході з ГПД (на вході АБХМ) 90 °С. Через суперечливі вимоги до ефективної роботи ГПД і АБХМ по температурі теплоносія для підтримання

температури зворотного теплоносія на вході ГПД на безпечному рівні 70 °С він додатково охолоджується в градирні "аварійного скидання". При цьому втрати теплоти сягають 30 %.

Зв'язок роботи із стратегічними пріоритетними напрямами інноваційної діяльності в Україні – тематика роботи відповідає напряму: новітні ресурсозберігаючі технології.

Науково-технічною проблемою, яка вирішується в роботі є розробка технологій плазмохімічної інтенсифікації процесів горіння в низькоемісійних камерах згоряння ГТД, що забезпечує зниження рівня викидів шкідливих речовин, та термосорбційних технологій трансформації скидної теплоти установок автономного енергозабезпечення з охолодженням циклового повітря ГПД (повітря на вході та наддувного повітря) за мінімальних втрат теплоти, які забезпечують підтримання теплового стану двигунів на безпечному рівні і, як наслідок, підвищення паливної ефективності та екологічності ГТД і ГПД та енергоустановок на їх основі.

Метою наукової роботи є підвищення паливної ефективності та екологічності ГТД і ГПД шляхом підтримання стійкості процесів горіння в низькоемісійних камерах згоряння ГТД за рахунок плазмохімічного впливу на процеси сумішоутворення й хімічної кінетики, а теплового стану ГПД – шляхом термосорбційної трансформації скидної теплоти з охолодженням їх циклового повітря ГПД за мінімальних енергетичних витрат.

Наукові завдання, вирішення яких забезпечує досягнення поставленої мети:

– проаналізувати існуючий стан і виявити резерви підвищення паливної ефективності та екологічності ГТД і ГПД, пов'язані зі стабілізацію теплового стану двигунів та трансформацією їх скидної теплоти;

– розробити об'ємну математичну модель нестаціонарних хімічно реагуючих потоків в низькоемісійних камерах згоряння ГТД із плазмохімічним стабілізатором, що працюють на газоподібному паливі;

– обґрунтувати модель турбулентності для числового аналізу процесів в камері згоряння ГТД із плазмохімічним стабілізатором, розробити методику числового експерименту для дослідження нестаціонарних процесів в низькоемісійних камерах згоряння ГТД;

– провести верифікацію математичної моделі за результатами стендових і натурних випробувань камери згоряння ГТД;

– виконати дослідження впливу плазмохімічного стабілізатора й геометричних параметрів проточних частин на екологічні характеристики низькоемісійної камери згоряння ГТД; дослідити експериментально характеристики плазмохімічних стабілізаторів;

– виявити резерви підвищення паливної ефективності та екологічності газопоршневих установок автономного енергозабезпечення (УАЕ) при експлуатації за підвищених температур зовнішнього повітря шляхом зниження температури циклового повітря (на вході турбокомпресора (ТК) і наддувного повітря) трансформацією в холод скидної теплоти ГПД;

– розробити підхід та методику обробки масивів даних за результатами моніторингу паливної ефективності ГПД з отриманням залежності питомої витрати палива від температури повітря на вході ТК і наддувного повітря;

– розробити способи раціональної організації процесів охолодження циклового повітря ГПД трансформацією в холод скидної теплоти та з використанням охолоджуючого потенціалу зовнішнього повітря та вдосконалені системи охолодження для експлуатації ГПД при підвищених температурах зовнішнього повітря;

– виявити і реалізувати резерви скорочення теплових втрат при трансформації скидної теплоти в холод в газопоршневих установках автономного енергозабезпечення (УАЕ) узгодженням режимів сумісної роботи абсорбційних бромистолітієвих термотрансформаторів (АБТТ) і когенераційних модулів ГПД по температурі зворотного теплоносія;

– розробити способи раціональної організації процесів трансформації теплоти когенераційних модулів ГПД в холод, термосорбційні технології їх реалізації та системи трансформації теплоти в УАЕ, які зводять до мінімуму теплові втрати завдяки узгодженню режимів сумісної роботи АБТТ і ГПД;

– впровадити результати досліджень у практику проектування та експлуатації установок комбінованого виробництва енергії.

Наукові результати роботи:

В результаті аналізу сучасних енергетичних установок на базі ГТД і ГПД виявлено резерви підвищення їх паливної ефективності та екологічності, пов'язані зі стабілізацію теплового стану двигунів та трансформацією їх скидної теплоти застосуванням плазмохімічних і термосорбційних технологій.

***Вперше*:**

– встановлено, що підвищення стійкості процесів горіння газоподібного палива в низькоемісійних газотурбінних камерах згоряння (КЗ) з попереднім утворенням паливо-повітряної суміші може бути досягнуто за рахунок плазмохімічного впливу слабкострумових плазмохімічних стабілізаторів на процеси сумішоутворення й хімічної кінетики;

– розроблено математичну модель нестаціонарних хімічно реагуючих потоків в низькоемісійних КЗ ГТД, яка відрізняється від відомих наявністю підмоделі, що враховує параметри плазмохімічного стабілізатора та

дозволяє прогнозувати пульсаційні характеристики паливоспалюючих пристроїв;

– запропоновано підхід до моделювання впливу продуктів плазмохімічного стабілізатора на процеси поширення полум'я в низькоемісійній камері згоряння, заснований на залежності енергії активації реакції часткового окиснення палива від кількості добавок плазмохімічних продуктів, яка враховується в рівняннях переносу хімічних компонентів з використанням LES-моделі турбулентності (моделі великих вихорів);

– встановлено основні вольт-амперні характеристики плазмохімічного стабілізатора для низькоемісійної КЗ ГТД та визначено, що зона стійкого горіння електричної дуги плазмотрона лежить в діапазоні струмів від 0,3 до 0,9 А при витратах плазмоутворюючого повітря до 3,4 г/с;

– використання плазмохімічних стабілізаторів дозволяє зменшити викиди токсичних речовин, зокрема при додаванні плазмохімічних продуктів у кількості β= 0,00087…0,0125 розрахункова емісія оксидів азоту склала 65,7…33,6 ppm, у той час як викиди оксидів азоту для базового варіанта низькоемісійної камери згоряння становили 82,6 ppm;

– розроблено підхід до обробки результатів моніторингу паливної ефективності ГПД JMS 420 (потужність 1400 кВт), реалізуючі його алгоритм і методику отримання залежності питомої витрати палива від температури зовнішнього повітря на вході градирні системи оборотного охолодження (відповідно, температури наддувного повітря) при різних температурах повітря на вході турбокомпресора (ТК) з покроковою (по температурі повітря) обробкою масивів даних моніторингу;

– отримано дані щодо зміни питомої об'ємної витрати палива db_{ev} , що припадає на зміну температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ на вході градирні на 1 °С, $db_{ev}/dt_{нв}$, при різних температурах повітря $t_{вх}$ на вході турбокомпресора ГПД JMS 420, виходячи з яких можна оцінювати ефект від реалізації технічних рішень при експлуатації ГПД на номінальній потужності та часткових навантаженнях;

– розроблені способи раціональної організації процесів охолодження повітря і реалізучі їх схемні рішення систем оборотного охолодження наддувного повітря ГПД установок автономного енергозабезпечення (УАЕ) з використанням охолоджуючого потенціалу зовнішнього повітря у двоконтурній системі та трансформацією в холод скидної теплоти ГПД абсорбційним бромистолітієвим термотрансформатором (АБТТ) у триконтурній системі оборотного охолодження;

– визначено умови раціонального використання дво- і триконтурних систем оборотного охолодження наддувного повітря: при високих температурах зовнішнього повітря $t_{нв}$ = 30...35 °С (та температурі повітря на вході турбокомпресора ГПД $t_{вх}$ = 25...30 °С) триконтурна система охолодження з градирнею мокрого типу і абсорбційною бромистолітієвим термотрансформатором (АБТТ) забезпечує скорочення питомої витрати газу на 6...8 г/(кВт·год), тобто на 2...5 %, і збільшення електричної потужності ГПД JMS 420 на 12...18 % у порівнянні з традиційним охолодженням в радіаторі (градирні сухого типу), тоді як двоконтурна система охолодження з градирнею мокрого типу забезпечує скорочення питомої витрати газу на 2...5 г/(кВт·год) і збільшення електричної потужності ГПД на 7...12 %;

– встановлено, що при експлуатації ГПД JMS 420 на режимах навантаження, близьких до номінального (1400 кВт), і температурі зовнішнього повітря на вході градирні $t_{нв}$ = 30...35 °С (температурі повітря на вході турбокомпресора ГПД $t_{вх}$ = 25...30 °С) триконтурна система оборотного охолодження наддувного повітря з градирнею мокрого типу та абсорбційним термотрансформатором дозволяє скоротити питому витрату палива на 2...5 % у порівнянні з його традиційним охолодженням радіаторами, тоді як на режимах часткових навантажень (1000...1100 кВт) – на 2...8 %, причому при більш високій температурі повітря на вході ТК $t_{вх}$ = 35 °С (у порівнянні з $t_{вх}$ = 30 °С) ефект від охолодження на режимах часткових навантажень значно більше;

– запропоновано і реалізовано підхід до розробки системи охолодження повітря на вході ГПД установки автономного енергозабезпечення, який базується на принципі зонального повітропостачання з подачею охолодженого повітря на вхід ГПД і вентиляцією зон інтенсивного тепловиділення;

– розроблені способи раціональної організації процесів тепловологісної обробки повітря на вході ГПД шляхом двоступеневого охолодження і трансформації скидної теплоти в каскадному абсорбційно-парокомпресорному термотрансформаторі (КАПКТ) з холодопостачанням високотемпературного ступеня повітроохолоджувача від АБТТ і низькотемпературного ступеня від КАПКТТ;

– розроблені термосорбційні двоступеневі системи трансформації скидної теплоти з охолодженням повітря на вході ГПД, що забезпечують скорочення питомого споживання палива на 2...3 г/(кВт·год) і підвищення на 2...3 % електричної потужності ГПД JMS 420;

– запропоновано і реалізовано принципово новий підхід до підтримання теплового стану ГПД в установках автономного енергозабезпечення (УАЕ) на безпечному рівні, який базується на принципі подачі зворотного теплоносія від АБТТ до ГПД потоками з різною температурою в залежності від температурного рівня джерел тепловиділення;

– розроблено і досліджено багатопотокові системи трансформації скидної теплоти ГПД в холод в УАЕ, які забезпечують узгодження режимів сумісної роботи АБТТ і когенераційних ГПД по температурі зворотного теплоносія, мінімальні втрати теплоти і, як наслідок, підвищення термодинамічної ефективності трансформації скидної теплоти зі збільшенням теплового коефіцієнта від 0,55 до 0,8;

– розроблені підхід, принципи та способи раціональної організації процесів трансформації скидної теплоти ГПД із застосуванням термосорбційних технологій у сукупності складають фізико-технічні основи проектування та конструювання газопоршневих установок автономного енергозабезпечення, забезпечують розв'язання комплексних проблем ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів і скорочення антропогенного навантаження на довкілля;

Ефективність розроблених плазмохімічних технологій стабілізації процесів горіння та високі екологічні характеристики низькоемісійних камер згоряння ГТД підтверджені результатами стендових і натурних випробувань, а термосорбційних технологій трансформації скидної теплоти ГПД – даними моніторингу з паливної ефективності пілотної газопоршневої установки автономного енергозабезпечення.

Достовірність результатів досліджень забезпечується коректною постановкою завдань теоретичного й експериментального дослідження, застосуванням сучасних розрахунково-експериментальних методів і засобів, коректністю застосованих методик досліджень, прийнятною точністю отримання експериментальних даних, задовільним узгодженням результатів теоретичних і експериментальних досліджень, математико-статистичною обробкою отриманих даних, результатами натурних випробувань газотурбінних низькоемісійних камер згоряння і даними моніторингу пілотної газопоршневої установки автономного енергозабезпечення.

Практичну цінність результатів роботи становлять:

– методики числового експерименту з підвищення стійкості процесів горіння газоподібного палива в низькоемісійних камерах згоряння (КЗ) з використання сучасних комплексів обчислювальної гідродинаміки, що дозволяє збільшити ефективність проведення проектних і дослідно-доводочних робіт;

– нова конструктивна схема КЗ ГТД, яка захищена патентом України і забезпечує зниження пульсацій тиску в жаровій трубі КЗ;

– практичні рекомендації з підвищення стійкості роботи КЗ з попереднім перемішуванням палива з повітрям ГТД потужністю 25 МВт виробництва ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" (м. Миколаїв) шляхом використання слабкострумових плазмохімічних стабілізаторів;

– методика обробки масивів даних результатів моніторингу паливної ефективності ГПД типу JMS 420 залежно від температур циклового повітря;

– методики і програми розрахунку характеристик і параметрів систем підтримання теплового стану ГПД на безпечному рівні шляхом термосорбційної трансформації скидної теплоти в холод при змінних у процесі експлуатації тепловологісних параметрах зовнішнього повітря;

– схемні рішення і рекомендації з проектування та експлуатації новітніх дво- і триконтурних систем оборотного охолодження наддувного повітря ГПД; двоступеневого охолодження припливного повітря на вході ГПД з холодопостачанням високотемпературного ступеня від АБТТ і низькотемпературного ступеня від каскадного абсорбційно-парокомпресорного термотрансформатора (КАПКТ); багатопоточних систем трансформації скидної теплоти когенераційних ГПД і подачі зворотного теплоносія від АБТТ в ГПД, що зводять до мінімуму втрати теплоти при її трансформації, забезпечують підтримання теплового стану ГПД на безпечному рівні та, як наслідок, високі паливну ефективність і екологічність газопоршневих установок автономного енергозабезпечення.

Отримані науково-технічні результати відзначаються принциповою новизною і свідчать про те, що робота відповідає **кращим світовим аналогам і перевищує існуючі вітчизняні розробки.**

Впровадження розроблених плазмохімічних технологій стабілізації процесів горіння в низькоемісійних камерах згоряння (КЗ) ГТД і рекомендацій з їх реалізації у практику проектування й експлуатації ГТД виробництва ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" дозволяє поліпшити пульсаційні характеристики КЗ, збільшити ресурс жарових труб КЗ і двигунів в цілому.

Схемно-конструктивні рішення систем термосорбційної трансформації скидної теплоти, методики визначення оптимальних параметрів процесів трансформації теплоти впроваджені при проектуванні та конструюванні установок автономного енергозабезпечення в ТОВ "Хладотехніка", м.Миколаїв (розробника проекту і виконавця виготовлення та монтажу пілотної установки автономного енергозабезпечення на заводі ВАТ "Сандора"–"Pepsica Україна", Миколаївська обл.), ПАТ "Завод "Екватор" (м. Миколаїв).

Економічний ефект від впровадження результатів у розробках цих організацій склав понад 3 млн. грн.

Науково-технічні основи термосорбційної трансформації скидної теплоти в енергоустановках з виробництвом холоду використано при розробці навчально-методичного забезпечення нового лекційного курсу "Технології комбінованого виробництва енергії" та циклу лабораторних і практичних робіт у НУК при підготовці спеціалістів та магістрів за спеціальностями "Газові турбіни", "Суднові енергетичні установки" і "Холодильні машини та установки".

Ряд новітніх технологій розроблено сумісно з зарубіжними науковими центрами, зокрема Польщі (Західно-Померанським, м. Щецин, та Кошалінським, м. Кошалін, технічними університетами), з якими проводяться сумісні наукові дослідження, міжнародні конференції, опубліковано статті та доповіді на міжнародних конференціях.

Представлені матеріали узагальнюють результати робіт, виконаних авторами відповідно до тематичного плану фундаментальних НДР НУК у рамках держбюджетних тем: конкурсна НДР молодих науковців

№ 0116U0086698 "Розробка концепції комбінованого виробництва енергії в судновій та стаціонарній енергетиці на основі внутрішньоциклової низькотемпературної тригенерації", НДР № 0111U002309 "Теоретичні основи підвищення стійкості процесів горіння вуглеводневих палив в низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних двигунів з використанням плазмохімічних стабілізаторів"; НДР № 0115U000300 "Науково-технічні основи тригенераційних полінарних технологій на низькокиплячих робочих тілах для двигунів і енергетичних установок"; за міжнародними контрактами: № 1891-1893/2012 "Дослідження термоакустичних процесів в камері згоряння ГТД, що працює на газоподібному паливі", № 11-13/2013 "Моделювання малоемісійної камери згоряння ГТД, що працює на газоподібному паливі", а також відповідно до договору про творчу співдружність між НУК і ДП НВКГ"Зоря"-"Машпроект" (2012-2013 рр.) за темою № 0114U001281 "Розробка методів розрахунків характеристик нестаціонарного робочого процесу в низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних двигунів".

На основі результатів роботи захищено три кандидатські та готуються до захисту докторська та кандидатська дисертації. Науковий та інноваційний рівень тригенераційних технологій підтверджено резолюціями близько 50 авторитетних міжнародних наукових форумів на Україні та за кордоном: м-н. н.-т. конф. "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці" (Миколаїв, 2012–2015), "Проблеми енергозбереження й екології в суднобудуванні" (Миколаїв, 2012–2014), "Сучасний стан та проблеми двигунобудування" (Миколаїв, 2014), "Сучасні проблеми холодильної техніки і технології" (Одеса, 2012, 2014), Міжнародні конгреси двигунобудівників (Харків–Рибальське–Коблево, 2012–2015); "Суднова енергетика: Стан та проблеми" (Миколаїв, 2011–2015); м-н. н.-т. конф. "Муніципальна енергетика: проблеми, рішення" (Миколаїв, 2011–2015); "Холод в енергетиці і на транспорті" (Миколаїв, 2013, 2015); Int. Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy "HTRSE-2012" (Szczecin, Poland).

В першому розділі роботи обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовано науково-технічну проблему і мету наукової роботи, визначено наукові завдання для досягнення поставленої мети та вирішення проблеми.

Наведено наукові результати роботи та обґрунтовано їхню новизну, практичну цінність прикладних результатів, обґрунтовано достовірність отриманих результатів і висновків, дані з їхнього впровадження в організаціях- проектантах і підприємствах-виробниках енергетичного устаткування та у навчальному процесі при підготовці фахівців з енергетичного машинобудування, відомості з апробації наукових результатів на міжнародних конференціях.

Другий розділ присвячено розробці плазмохімічних технологій стабілізації процесів горіння в низькоемісійних камерах згоряння (КЗ) ГТД, що працюють на збіднених паливо-повітряних сумішах, дано основні положення розробленої математичної моделі нестаціонарних хімічно реагуючих потоків в низькоемісійних КЗ, яка дозволяє коректно прогнозувати плазмохімічний вплив на процеси сумішоутворення й кінетики. Запропоновано підхід до моделювання хімічного впливу продуктів плазмохімічного стабілізатора на процеси поширення полум'я в низькоемісійних КЗ, заснований на залежності енергії активації реакції часткового окиснення метану від кількості добавок плазмохімічних продуктів.

Верифікація запропонованої математичної моделі проведена з використанням експериментальних даних, отриманих при дослідженні камери згоряння ГТД потужністю 25 МВт виробництва ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект". Отримані результати свідчать про задовільну кореляцію експериментальних і теоретичних даних і можливість використання розробленої математичної моделі нестаціонарних процесів для вдосконалення геометричних і режимних параметрів низькоемісійних КЗ ГТД, що використовують стабілізатори різних типів. Застосування математичних моделей доцільно як при створенні нових зразків низькоемісійних КЗ, що працюють на збіднених паливо-повітряних сумішах, так і при модернізації існуючих камер з метою розробки конструктивних рішень зі зменшення ймовірності виникнення режимів пульсаційного горіння.

Показано зменшення емісії основних забруднюючих речовин (NO і CO) завдяки застосуванню плазмохімічних технологій стабілізації процесів горіння.

Третій розділ присвячено визначенню паливної ефективності газопоршневих двигунів (ГПД) установок автономного енергозабезпечення (УАЕ) при змінних кліматичних умовах експлуатації. Розроблено підхід до обробки масивів даних результатів моніторингу показників ефективності ГПД JMS 420 корпорації "Jenbacher"-"General Electric" (потужність 1400 кВт) пілотної УАЕ на заводі ВАТ "Сандора"–"Pepsico Україна" (Миколаївська обл.) для отримання залежності питомої об’ємної витрати палива b_{ev} від температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ на вході градирні системи оборотного охолодження і, відповідно, температури наддувного повітря з обробкою окремих масивів даних моніторингу $b_{ev} = f(t_{нв})$, сформованих при різних, але практично незмінних – з відхиленням в межах ±0,5 °С температурах повітря на вході ГПД $t_{вх}$ турбокомпресора (ТК) ГПД.

Отримані дані щодо зміни питомої об'ємної витрати палива db_{ev}, що припадає на зміну температури зовнішнього повітря $t_{нв}$ на вході градирні на 1 °С, $db_{ev}/dt_{нв}$, при різних температурах повітря $t_{вх}$ на вході ТК ГПД, виходячи з яких можна оцінювати ефект від застосування термосорбційних технологій стабілізації

теплового стану ГПД охолодженням циклового повітря (на вході ТК $t_{вх}$ і градирні $t_{нв}$) при експлуатації ГПД на номінальному і часткових навантаженнях.

В **четвертому розділі** розроблені способи раціональної організації процесів охолодження повітря і реалізучі їх схемні рішення систем оборотного охолодження наддувного повітря ГПД установок автономного енергозабезпечення (УАЕ) з використанням охолоджуючого потенціалу зовнішнього повітря у двоконтурній системі та трансформацією в холод скидної теплоти ГПД абсорбційним бромистолітієвим термотрансформатором (АБТТ) у триконтурній системі оборотного охолодження. Визначено умови раціонального використання дво- і триконтурних систем оборотного охолодження наддувного повітря: при високих температурах зовнішнього повітря $t_{нв}$ = 30...35 °С (та температурі повітря на вході ТК ГПД $t_{вх}$ = 25...30 °С) триконтурна система охолодження з градирнею мокрого типу і АБТТ забезпечує скорочення питомої витрати газу на 6...8 г/(кВт·год), тобто на 2...5 %, і збільшення електричної потужності ГПД JMS 420 на 12...18 % у порівнянні з традиційним охолодженням в радіаторі (градирні сухого типу), тоді як двоконтурна система охолодження з градирнею мокрого типу забезпечує скорочення питомої витрати газу на 2...5 г/(кВт·год) і збільшення електричної потужності ГПД на 7...12 %.

Встановлено, що при експлуатації ГПД JMS 420 на режимах навантаження, близьких до номінального (1400 кВт), і температурі зовнішнього повітря на вході градирні $t_{нв}$ = 30...35 °С (при температурі повітря на вході ТК ГПД $t_{вх}$ = 25...30 °С) триконтурна система оборотного охолодження наддувного повітря з градирнею мокрого типу та АБТТ дозволяє скоротити питому витрату палива на 2...5 % у порівнянні з його традиційним охолодженням радіаторами, тоді як на режимах часткових навантажень (1000...1100 кВт) – на 2...8 %, причому при більш високій температурі повітря на вході ТК $t_{вх}$ = 35 °С (у порівнянні з $t_{вх}$ = 30 °С) ефект від охолодження на режимах часткових навантажень значно більше;

П’ятий розділ присвячено глибокому охолодженню повітря на вході в ГПД установки автономного енергозабезпечення. Запропоновано і реалізовано підхід до розробки системи охолодження повітря на вході ГПД, який базується на принципі зонального повітропостачання з подачею охолодженого повітря на вхід ГПД і вентиляцією зон інтенсивного тепловиділення. Розроблені способи раціональної організації процесів тепловологісної обробки повітря на вході ГПД шляхом двоступеневого охолодження і трансформації скидної теплоти в каскадному абсорбційно-парокомпресорному термотрансформаторі (КАПКТ) з холодопостачанням високотемпературного ступеня повітроохолоджувача від АБТТ і низькотемпературного ступеня від КАПКТТ. Розроблені термосорбційні двоступеневі системи трансформації скидної теплоти з охолодженням повітря на вході ГПД, що забезпечують скорочення питомого споживання палива на 2...3 г/(кВт·год) і підвищення на 2...3 % електричної потужності ГПД JMS 420;

У шостому розділі за результатами аналізу даних моніторингу традиційної системи трансформації скидної теплоти ГПД виявлено теплові втрати, що становлять 30…40 % всієї теплоти, відведеної від ГПД. При застосуванні традиційних термосорбційних технологій ці теплові втрати неминучі й зумовлені неузгодженням режимів сумісної роботи АБТТ і когенераційних ГПД по температурі зворотного теплоносія (води): понад 75 °С після АБТТ при температурі гарячого теплоносія на виході з ГПД 90 °С, з одного боку, та температурі зворотного теплоносія (він же охолоджувальна вода ГПД) не нижче ніж 70 °С задля підтримання теплового стану ГПД на безпечному рівні, з іншого. При цьому додаткове охолодження зворотного носія здійснюють традиційно відведенням теплоти у довкілля в градирні аварійного скидання. Авторами запропоновано і реалізовано принципово новий підхід до підтримання теплового стану ГПД, який базується на принципі подачі зворотного теплоносія від АБТТ до ГПД потоками з різною температурою в залежності від температурного рівня джерел тепловиділення. Розроблено і досліджено багатопотокові системи трансформації скидної теплоти ГПД в холод в УАЕ, які забезпечують узгодження режимів сумісної роботи АБТТ і когенераційних ГПД по температурі зворотного теплоносія, зводять до мінімуму втрати теплоти і, як наслідок, підвищення термодинамічної ефективності трансформації скидної теплоти в холод зі збільшенням теплового коефіцієнта від 0,55 до 0,8.

Розроблені підхід, принципи та способи раціональної організації процесів трансформації скидної теплоти ГПД із застосуванням термосорбційних технологій у сукупності складають фізико-технічні основи проектування та конструювання газопоршневих установок автономного енергозабезпечення, забезпечують розв’язання комплексних проблем ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів і зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

УДК 621.577+697.1

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Безродний М.К., д.т.н., проф.,

Притула Н.О., к.т.н., ас.

Цвєткова М.О., студентка

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Одним з найефективніших об'єктів для застосування теплонасосних технологій є системи вентиляції промислових, громадських та житлових приміщень. Завдяки малій різниці температур припливного та відпрацьованого повітря досягається висока енергетична ефективність використання теплових насосів в системах вентиляції при помірних температурах навколишнього повітря. Вентиляційне повітря в сучасних будівлях скидається або засмоктується вентиляторами. Така система циркуляції повітря дозволяє не тільки використовувати теплові насоси, але і теплообмінники для безпосереднього нагрівання свіжого повітря вентиляційними викидами (відпрацьоване повітря скидається з температурою близькою до 20 ^{o}C – ТН при такій температурі нижнього джерела теплоти матиме коефіцієнт трансформації теплоти між 3 і 4). Таким чином, великі перспективи має впровадження теплонасосно-рекуперативних систем вентиляції, в яких кінцевий енергетичний ефект визначається поєднанням рекуператора-утилізатора теплоти відпрацьованого повітря і ТН [1, 2].

Однак, при пониженні температури зовнішнього повітря ефективність простих теплонасосних схем вентиляції суттєво зменшується, що обумовлює застосування більш складних схем. Однією з таких систем є теплонасосно-рекуператорна схема вентиляції з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря [3].

Таким чином, розглянуто ефективність використання теплового насоса у системах вентиляції з метою утилізації теплоти вентиляційних викидів без врахування витрат теплоти на опалення об'єкта вентиляції. Проведено термодинамічний аналіз теплонасосної схеми вентиляції з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря, а також теплонасосної схеми вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря за певних заданих умов навколишнього середовища та інших параметрів, які впливають на коефіцієнт використання зовнішньої енергії на теплонасосну систему вентиляції.

На рис. 1 зображена схема теплонасосної системи (ТНС) вентиляції з використанням рециркуляції відпрацьованого повітря. Із рис. 1 видно, що потік відпрацьованого повітря після об'єкту вентиляції розділяється на два потоки: одна частина повітря, підмішується у камері змішування до припливного повітря і направляється в конденсатор ТН, а інша частина повітря направляється на випарник ТН.

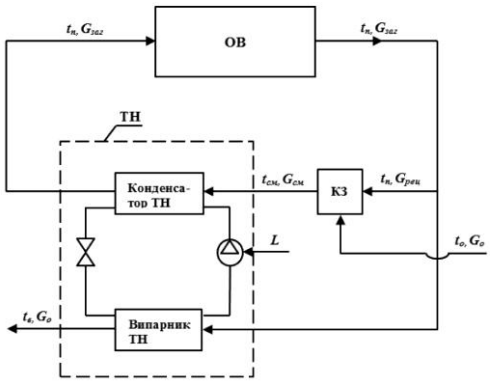


Рис. 1. Схема теплонасосної системи вентиляції з використанням рециркуляції відпрацьованого повітря: ОВ – об'єкт вентиляції; ТН – тепловий насос; КЗ – камера змішування; L – робота приводу компресора теплового насоса.

У випадках, коли повітря, що видаляється з приміщення, має досить високу температуру і не має у своєму складі шкідливих речовин, частина його у зимовий період не викидається назовні, а після очищення підмішується до припливного повітря для його підігріву, і отримана суміш подається у приміщення. Цим досягається економія вартості установки й експлуатації, оскільки зменшуються затрати на нагрів навколишнього повітря. Рециркуляція також широко застосовується при охолодженні повітря у літній період [4].

Із рис. 2 видно, що потік відпрацьованого повітря після об'єкту вентиляції розділяється на два потоки: одна частина повітря, підмішується у камері змішування до припливного і направляється в конденсатор ТН, а інша направляється на рекуператор-утилізатор і на випарник ТН. Завдяки рекуператору теплота повітря, що залишає приміщення, передається свіжому повітрю, яке надходить з навколишнього

середовища. Економія енергії, що витрачається на нагрів припливного повітря у холодний період року, може сягати 60–85 % (порівняно із звичайною припливною установкою).

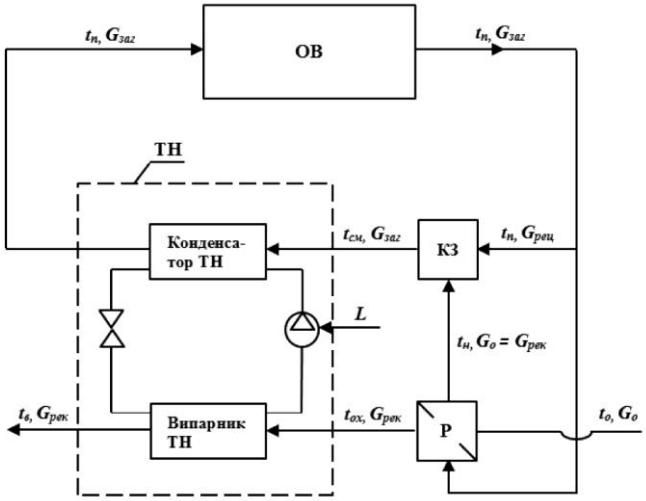


Рис. 2. Схема ТНС вентиляції з використанням рекуператора теплоти та рециркуляції відпрацьованого повітря: ОВ – об'єкт вентиляції; ТН – тепловий насос; Р – рекуператор; КЗ – камера змішування; L - робота приводу компресора теплового насоса.

Розрахунки затрат зовнішньої енергії на привід вищенаведених схем дозволили зробили наступні висновки.

1. Наявність рециркуляції відпрацьованого повітря приводить до зниження коефіцієнта використання зовнішньої енергії на ТНС вентиляції.
2. З наявністю рекуператора з'являється додаткове зниження коефіцієнта використання зовнішньої енергії на ТНС вентиляції.
3. Схема ТНС вентиляції з використанням рекуператора теплоти та рециркуляції відпрацьованого повітря має більшу ефективність, ніж схема ТНС вентиляції з використанням тільки рециркуляції відпрацьованого повітря.

Перелік посилань:

1. Безродний М.К. Енергетична ефективність системи вентиляції з використанням рекуператора та теплового насоса / М. К. Безродний, М. А. Галан // Зб. «Техническая теплофизика и промышленная теплотехника», Дніпропетровськ. – 2011. – №3. – С. 5–13.
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. Безродний М.К. Енергетична ефективність теплонасосної системи вентиляції з рекуператором теплоти і рециркуляцією відпрацьованого повітря / М. К. Безродний, М. А. Галан // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2011. – № 2. – С. 16–19.
4. Безродний М.К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних систем / М.К. Безродний, Н. О. Притула // Монографія НТУУ «КПІ». – 2016. – С. 272.

УДК 621.577+697.1

ТЕРМОДИНАМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СХЕМИ ОПАЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ ТА СТІЧНИХ ВОД

Безродний М.К., д.т.н., проф., Притула Н.О., к.т.н., ас., Осповський С. О., студент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Сьогодні, коли людство починає розуміти, що проблема дифіциту невідновлюваних енергоресурсів реально існує, а ціни на них ростуть, впровадження енергоефективних технологій генерації теплоти, а також використання відновлюваних джерел енергії є чи не єдиним виходом з ситуації. До таких високоефективних технологій належать теплові насоси. Досить актуальним є застосування саме ґрунтових теплових насосів, через доступність та стабільність нижнього джерела теплоти.

Для України ситуація з використанням теплоти ґрунту є не менш прийнятною, адже енергетичний потенціал цієї теплоти оцінюється в 385 млн Гкал/рік [1]. З точки зору стабільності та температурного рівня ґрунт є найбільш прийнятним джерелом низькопотенційної теплоти, адже на глибині 4 м впродовж всього року має температуру [2] на рівні 8-12 ºС, яка може забезпечити енергоефективність роботи ТНУ. Найбільш ефективно ТНУ працюють в тандемі з низькотемпературними системами опалення типу «тепла підлога», стіновим опаленням, високоефективними стальними панельними радіаторами.

Тому в Україні системи опалення на базі ґрунтових ТНУ привертають увагу споживачів і потребують детального вивчення різних варіацій таких установок. Також виникає необхідність впровадження технічних рішень з енергозбереження та оптимізації, які б могли знизити капітальні та експлуатаційні затрати. До таких рішень відноситься використання умовно-чистих стічних вод будинку [3] для покриття частини теплового навантаження на ТНС опалення.

Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення з використанням теплоти стічних вод і ґрунту зображена на рис. 1. Для вилучення теплоти з ґрунту та використання його як нижнього джерела теплоти для ТНС опалення в даній схемі застосовується вертикальний ґрунтовий теплообмінник. Головні їх переваги – це високий коефіцієнт трансформації за рахунок постійної високої температури джерела теплоти, простота обслуговування геотермальних теплообмінників, для їхньої установки необхідна невелика площа ділянки, недолік – високі початкові капіталовкладення на інсталяцію обладнання (буріння свердловини, погодження цих робіт з відповідними організаціями і т.п.). Особливістю даної схеми є додаткове встановлення теплообмінника, в якому теплота відбирається від умовно-чистих стічних вод [4] будівлі і передається теплоносію нижнього контуру ТНС опалення. Таким чином, за рахунок викидної теплоти можна підвищити термодинамічну ефективність даної схеми.

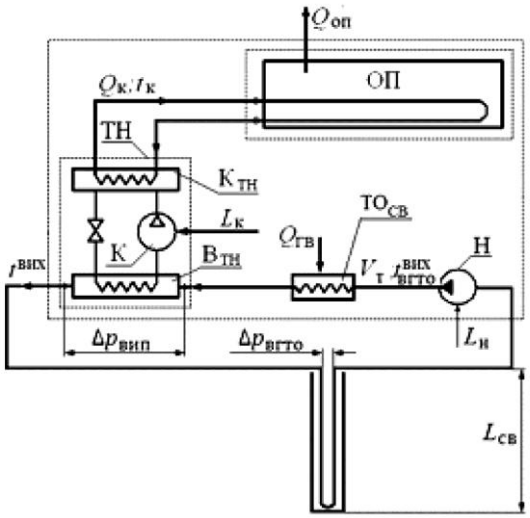


Рис. 1. Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення з використанням теплоти стічних вод і ґрунту: ОП – опалюване приміщення, ТН – тепловий насос, $К_{тн}$ – конденсатор ТН, $В_{тн}$ – випарник ТН, К – компресор, Н – насос, $ТО_{св}$ – теплообмінник стічних вод, $L_К$ – робота приводу компресора ТН, $L_Н$ – робота приводу насоса, $L_{св}$ – глибина свердловини.

Як показник термодинамічної ефективності вибрано величину сумарних питомих затрат зовнішньої енергії на ТНС опалення, яка являє собою відношення затраченої зовнішньої енергії на одиницю отриманої теплоти для задоволення потреб опалення

$$l_{\text{оп}} = \frac{1}{\varphi}\left[1+\left[\frac{\Delta p_{\text{вип}}}{\eta}\frac{w\pi d^2}{4q_{\text{г}}L_{\text{св}}}+\frac{\lambda\rho_{\text{т}}w^3\pi d}{4q_{\text{г}}\eta}\right]\varphi(1-K)-1\right]. \quad (1)$$

Разом з тим, при використанні додаткового джерела теплоти зменшується необхідна теплова потужність ВГТО, що може бути враховано відносним вкладом теплового потоку від ВГТО в загальний тепловий потік, що передається від конденсатора ТН в систему опалення

$$\beta = \frac{Q_{\text{вгто}}}{Q_{\text{к}}} = \frac{\varphi(1-K)-1}{\varphi}. \quad (2)$$

Наведений аналіз засвідчив, що при додатковому використанні теплоти умовно-чистих стічних вод в ТНС опалення будинку з використанням теплоти грунту має місце підвищення ефективності роботи вихідної схеми та позитивна зміна параметрів грунтового теплообмінника. При цьому можна зробити наступні висновки.

1. Як і у вихідній схемі з ГТО, існує оптимальна швидкість теплоносія в нижньому контурі ТН, яка зростає при підвищенні долі витрат теплоти $К^{р}$ на ГВП, зменшується зі збільшенням діаметра труби $d_{вн}$ ГТО, глибини свердловини $L_{св}$ та середнього за сезон теплового потоку $q_г$, не залежить від розрахункової температури теплоносія на вході до випарника ТН та слабо залежить від температури навколишнього повітря.

2. Отримані графічні залежності для величини β показують, що при використанні теплоти стічних вод відносна теплова потужність ВГТО в загальному тепловому потоці на опалення зменшується, за рахунок чого можна суттєво знизити глибину свердловини ґрунтового контуру (капітальні затрати на інсталяцію) та затрати електроенергії на роботу компресора ТН (експлуатаційні затрати).

3. При зростанні температури навколишнього середовища частка теплоти на опалення, що відбирається безпосередньо з ВГТО, зменшується і при певному її значенні відбувається реверс системи – так звана «закачка» теплоти в ґрунт, що сприяє суттєвому поліпшенню умов подальшої експлуатації земельної ділянки для ТНС опалення.

Отримані результати буде покладено в подальшу наукову та проектну роботу по вдосконаленню існуючих ТНС опалення.

Перелік посилань:

1. Мацевитый Ю. М. О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины / Ю. М. Мацевитый, Н. Б. Чиркин, Л. С. Богданович, А. С. Клепанда // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 3. – С. 20–31.
2. J. Lund Geothermal (ground-source) heat pumps a world overview / B. Sanner, L. Rybach, R. Curtis, G. Hellstrom // GHC BULLETIN. – September 2004. – P. 1 – 10.
3. Зимин Л.Б. Анализ эффективности теплонасосных систем утилизации теплоты канализационных стоков для теплоснабжений социальных объектов / Л.Б. Зимин, Н.М. Фиалко // Промышленная теплотехника. – 2008. – №1. – 289 с
4. Безродний М. К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: монографія / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – Київ : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 272 с.

УДК 621.577 + 697.1

ТЕРМОДИНАМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ СТІЧНИХ ВОД У ТЕПЛОНАСОСНІЙ СХЕМІ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

Безродний М.К., д.т.н., проф., Притула Н.О., к.т.н., ас., Місюра Т.О., студент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

У нетрадиційній енергетиці теплові насоси (ТН) є найбільш потужними низькопотенційними альтернативними джерелами енергії. ТН з використанням атмосферного повітря як нижнього джерела теплоти набули широкого застосування через низькі капіталовкладення в порівнянні з іншими джерелами енергії, необмеженість та доступність джерела теплоти. Проте їх значним недоліком є втрата потужності та ефективності із зниженням температури повітря [1].

Для України температурний потенціал атмосферного повітря є недостатнім для ефективного використання теплонасосної системи для цілей опалення протягом холодного періоду року. Для м. Києва, наприклад, розрахункова температура на опалення становить -22°С. Деякі виробники теплонасосного

обладнання припускають нормальну роботу своєї продукції за температур зовнішнього повітря до -20°С. Проте в даних умовах роботи коефіцієнти трансформації та використання первинної енергії палива зазвичай знаходяться нижче значень, які прийняті для енергоефективної системи. Тому для забезпечення роботи ТН протягом усього опалювального періоду необхідно підвищувати температуру повітря на вході до його випарника при низьких значеннях температури атмосферного повітря.

Теплонасосні схеми водяного опалення та вентиляції з утилізацією теплоти вентиляційного повітря є одним із варіантів вирішення даної проблеми [2, 3]. Проте у котеджах, житлових і громадських будівлях, у яких теплова потужність системи вентиляції незначна порівняно із затратами теплоти на опалення, ТН не здатний забезпечити навантаження на опалення та вентиляцію за рахунок лише теплоти вентиляційних викидів. Тому виникає необхідність у додатковому джерелі теплоти.

У якості такого джерела можна використати теплоту стічних вод. У результаті порівняно постійного споживання теплоти на гаряче водопостачання протягом року значні об'єми умовно-чистих стічних вод будівель із температурою близько 32°С [4] відводяться в каналізацію. За теперішнього розповсюдження теплонасосних систем із комбінованим використанням низькотемпературних джерел та споживачів теплоти стічні води є доволі стабільним та умовно безкоштовним джерелом. На рисунку 1 зображено принципову схему теплонасосної системи опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного та попередньо підігрітого за рахунок теплоти стічних вод атмосферного повітря.

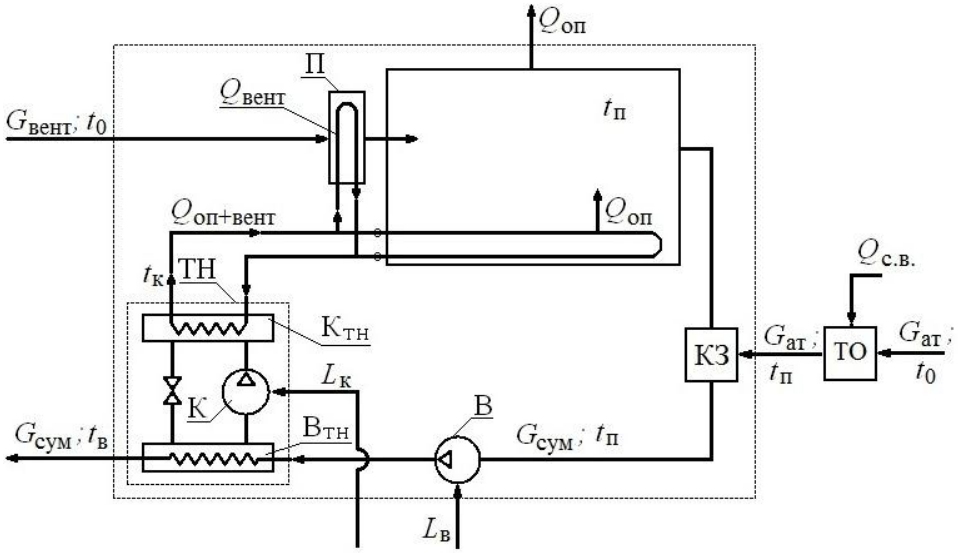


Рис. 1. Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного та підігрітого за рахунок стічних вод атмосферного повітря: ТН – тепловий насос; $К_{ТН}$ – конденсатор ТН; $В_{ТН}$ – випарник ТН; К – компресор; В – вентилятор; П – підігрівник повітря; КЗ – камера змішування; ТО – теплообмінник на стічних водах.

У даній схемі застосовується повітряно-водяний теплообмінний апарат для підігріву атмосферного повітря перед камерою змішування (КЗ). Таким чином, після КЗ у випарник ТН подається суміш вентиляційного та атмосферного повітря з температурою приблизно рівною температурі у приміщенні (20°С).

Розроблено теоретичну модель комбінованої теплонасосної системи опалення і вентиляції та виконано числовий аналіз її термодинамічної ефективності. Аналіз даної схеми показав, що за рахунок утилізації теплоти стічних вод сумарні питомі затрати зовнішньої енергії на опалення та вентиляцію зменшуються у порівнянні зі схемою без теплообмінного апарату [3]. Були отримані графічні залежності з зображенням оптимальних режимів роботи теплонасосної системи. Ефективність роботи комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення та вентиляції з урахуванням затрат енергії на привід компресора ТН і вентилятора, що нагнітає суміш повітря через випарник ТН, можна охарактеризувати величиною питомих затрат зовнішньої енергії на опалення та вентиляцію, яка являє собою відношення затраченої зовнішньої енергії на одиницю отриманої теплоти для задоволення потреб опалення та вентиляції. Встановлено, що при значеннях m = 0,2 (відношення потоку теплоти на вентиляцію $Q_{с.в}$ до потоку теплоти на опалення $Q_{оп}$) та $k^{р}$ = 0,2 (відношення потоку теплоти стічних вод $Q_{с.в}$ до потоку теплоти на опалення $Q_{оп}$ за розрахункової температури навколишнього повітря $t_0^{р}$, яка у даних розрахунках складає -20°С) питомі затрати зовнішньої енергії у досліджуваній схемі на 24-50% менші ніж у схемі без утилізації теплоти стічних вод (в діапазоні температур від -20°С до +10°С).

Перелік посилань:

1. Гершкович, В. Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами [Текст] / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП “Энергоминимум”, 2009. – 60 с.
2. Безродний, М. К. Енергетична ефективність комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення та вентиляції [Текст] / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2011. – № 1. – С. 19–25.
3. Безродний М. К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: монографія / М. К. Безродний, Н. О. Притула. – К.: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 272с.
4. 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.

EFFICIENCY EVALUATION OF DOMESTIC SOLAR ASSISTED GROUND-SOURCE HEAT PUMP SYSTEM FOR SOUTHERN UKRAINIAN REGION.

O. Ostapenko, O. Yakovleva, M. Khmelniuk
Odessa National Academy of Food Technologies

In recent years’ heat pumps market is growing rapidly. It is directly linked to increasing energy needs of humanity and the simultaneous depletion of traditional non-renewable energy resources in the world as a whole and in individual regions. Heat pumps are widely used in the chemical and food industries, housing and communal services. Most of the power equipment has high emission rates of energy flows to the atmosphere (refrigeration plants condensation heat, waste water enterprises, the flue gases from internal combustion engines and boilers). The use of heat pumps allows reducing greenhouse gas and carcinogenic substances emissions and, thus reducing human impact on the environment. The heat pump performance is based with following factors: the temperature of heat source, schematic diagram of the heat pump, climate conditions of the region, working fluids of heat pump (refrigerants and intermediate coolants), heat pump elements (type of compressors, heat exchangers, control systems).

As working substance refrigerant R410A was selected. When just considering the compressor COP, R410A does not seem to be the best solution. As soon as we extend the scope of the analysis and consider the complete heat pump system immediate advantages are highlighted. Focusing first on the condenser, where the hot water is produced, we can see, that due to the fact that R410A has no glide the dew condensing temperature is lower than with R407C by an average of 2K, leading to higher system efficiency. The sub-cooling effect plays an important role. R410A with zero glide is able to maintain a constant sub-cooling of 3.5K without a liquid receiver. R407C systems need a liquid receiver to keep a stable sub-cooling of 1.5K. In the air coil the same evaporating temperature is used for R410A and R407C. One additional effect of the absence of glide is that the unit will need less defrost cycles but this effect has not been taken into account in this paper because it strongly depends on the fin and air flow design (Kharseh, 2012).

Approximately 1/3 of the total energy consumption comes from heating buildings in Ukraine. Energy-saving building technologies, as well as the cost of the heating system can significantly reduce energy consumption, thereby helping to save natural resources and protect the earth's atmosphere. Considerable savings potential lies in the system of hot water. Thus, the solar collectors in combination with the ground-source heat pump in our latitudes, it is in the summer months represent the most interesting alternative to the use of the conventional heating systems. Following system was proposed for a house about 200 m^2 floor areas. Home has two heating system: conventional natural gas heater and a ground-source heat pump. The study period was considered 170 days (average heating period). A schematic diagram of the ground source heat pump system is given on fig. 1. Many techniques have been recently proposed in order to improve the cycle performance, more details are given by Wang, 2000, Chap.9 (Wang, 2000). In the current work, a heat exchanger has been added between the suction line and liquid line (Hepbasli et al., 2006).

Ground-source heat pump was calculated according to European Standard EN 14511-2:2013. The European Standard BS EN 14825:2016:2016-03 was used for the domestic hot water production in the seasonal efficiency calculation. A strength of standard EN14825 is that it includes all kinds of heat pumps (except exhaust air heat pumps). The model treats heat pumps both in heating and cooling operation.

Energy efficiency ratio

$$EER = \frac{\dot{Q}_e}{\dot{W}_{comp}}$$

where $\dot{Q}_e$ – cooling capacity, kW; $\dot{W}_{comp}$- compressor work, kW

Coefficient of performance

$$COP = \frac{\dot{Q}_c}{\dot{W}_{comp}}$$

Coefficient of performance for the whole system

$$COP_{sys} = \frac{\dot{Q}_c}{\dot{W}_{comp} + \dot{W}_{pumps} + \dot{W}_{fans}}$$

Seasonal performance factor

$$SPF = \frac{\dot{Q}_h + \dot{Q}_{DHW}}{\dot{E}_{HP} + \dot{E}_{pump} + \dot{E}_{add}}$$

Seasonal performance factor for the whole system

$$SPF_{sys} = \frac{\dot{Q}_h + \dot{Q}_{DHW}}{\dot{E}_{HP} + \dot{E}_{pump} + \dot{E}_{s.pump} + \dot{E}_{add}}$$

where $\dot{Q}_h$ – heating system capacity, kW; $\dot{Q}_h$ – hot water system capacity, kW; E- electrical input to the heat pump, pumps, solar thermal system pumps, auxiliary systems, kW

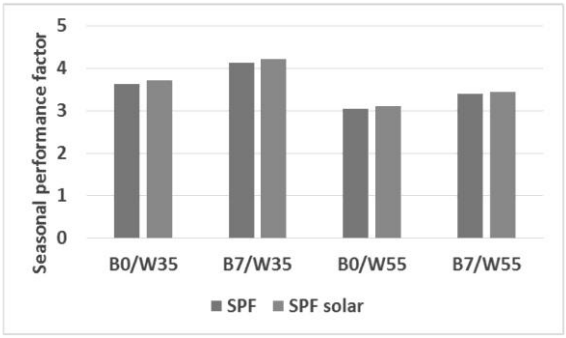


Figure 1. Seasonal performance factor for ground source heat pump system

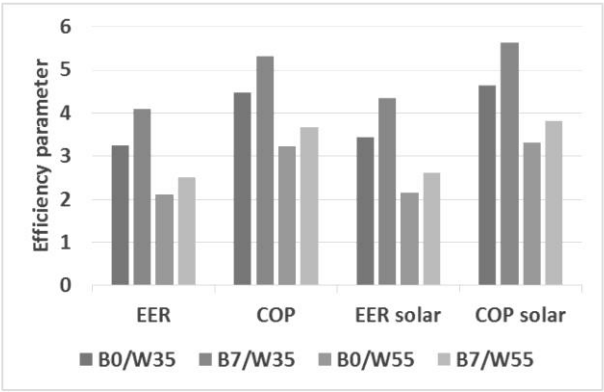


Figure 2. Energy efficiency ratio and COP for ground source heat pump system with solar thermal system and without.

Energy efficiency was calculated for different operation modes. Heat pump operation modes were selected B0/W35, B7/W35 and B0/W55, B7/W55. Calculation were made for heat pump system alone and with solar thermal collectors working in series.

Increasing prices on energy resources and availability of the new technologies give an opportunity for alternative heating and cooling solutions implementation. Solar thermal system allows to increase outlet temperature from ground heat exchanger and therefore increase COP of the heat pump system by 4-6% (dependent on the operating mode).

The growth of the COP is caused by reduction of the electrical input to the heat pump because of higher temperature gain by solar collector. Solar thermal collector has possibility to reduce borehole depletion and can be used for ground heat exchanger regeneration during heat pump stand by. Ukraine's Southern region has great potential for solar energy use with solar irradiation 1100-1300 kWh/m^2.

REFERENCES

Goetzler W., Zogg R., Lisle H., Burgos J. Ground-Source Heat Pumps: Overview of Market Status, Barriers to Adoption, and Options for Overcoming Barriers. 2009, - *Navigant Consulting, Inc.* – 14-18 p.

Angelino L., Dumas P., Latham A. EGEC Market Report Update December 2014. *European Geothermal Energy Council*. – 2014. 24p.

GROUND-REACH. Inventory of EU Legislation on Ground Coupled Heat Pumps (GCHPs). 2008. – 164p.

Hepbasli, A.: Thermodynamic Analysis of a Ground-source Heat Pump System for District Heating, *International Journal of Energy Research*, 7, (2005), 671-687.

Duffie, J. A. , Beckman, W. A., *Solar Engineering of Thermal Process,* University of Wisconsin, Madison, John Willey and Sons, Interscience Publications, New York, USA, 1980

Atmaca, I., Kocak, S.*:* Theoretical Energy and Exergy Analyses of Solar Assisted Heat pump Heating System, THERMAL SCIENCE, Year 2014, Vol. 18, Suppl. 2, pp. S417-S427

Winandy, Eric and Hundy, Guy, "Refrigerant and Scroll Compressor Options for Best Performance of Various European Heat Pump Configurations" (2008). *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*. Paper 895. http://docs.lib.purdue.edu/iracc/895

O. Ostapenko, P. Stoyanov, O. Yakovleva, M. Khmelniuk Heat Pump Technology – Potential Impact On Energy Efficiency Problem And Climate Action Goals Within Ukrainian Energy Sector, *Refrigeration engineering and technology*, 51(6), Odessa, Ukraine, 2015. – 66-71p. DOI: /10.15673/0453-8307.6/2015.44781

EUROPEAN STANDARD BS EN 14511-2 (2013), Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling – *Part 2: Test conditions*, published by CEN on 31 August 2013

Final Report IEA HPP Annex 28. Test procedure and seasonal performance calculation for residential heat pumps with combined space and domestic hot water heating. 2005. – 114p.

EUROPEAN STANDARD BS EN 14825 (2016), Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling — Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance, published by CEN on March 2016

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИСПАРИТЕЛЬНЫЕ ВОДООХЛАДИТЕЛИ. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Дорошенко А.В., д.т.н., проф., Иванова Л.В., аспирант
Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики
Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина

Интерес к возможностям испарительного охлаждения сред в последние годы неуклонно возрастает, что обусловлено их малым энергопотреблением и экологической чистотой [1-6]. Широкое практическое применение находят испарительные охладители ИО прямого типа (воздухоохладители и водоохладители-градирни ГРД, cooling tower, CTW) и непрямого типов (воздухо- и водоохладители НИО, indirect evaporative cooling, IEC). Возможности таких охладителей по достигаемому температурному уровню охлаждения ограничены температурой наружного воздуха по мокрому термометру $t_м$, являющейся естественным пределом охлаждения, их эффективность существенно зависит от местных климатических условий. Значительный интерес в последние годы вызывают ИО со сниженным пределом испарительного охлаждения сред [3-6]. Снижение температурного уровня охлаждения обеспечивает и общее уменьшение количества

воды, используемой в ИО, что для современных энергетических систем означает реальное уменьшение количества воды, требуемое для компенсации потерь на испарение.

Разработка водоохладителей со сниженным пределом испарительного охлаждения Chw. На рис. 1 приведены схемные решения испарительных водоохладителей, градирни ГРД (А) и водоохладителя-чиллера Chw (Б). На рис. 1Б представлено решение для водоохладителя Chw, выполненное по раздельной схеме с вынесенным воздухо-водяным теплообменником. При снижении температуры поступающего в ИО воздуха, при его неизменном влагосодержании, понижается и значение предела испарительного охлаждения. Для Chw предел охлаждения теоретически снижается до температуры точки росы наружного воздуха t_P^1.

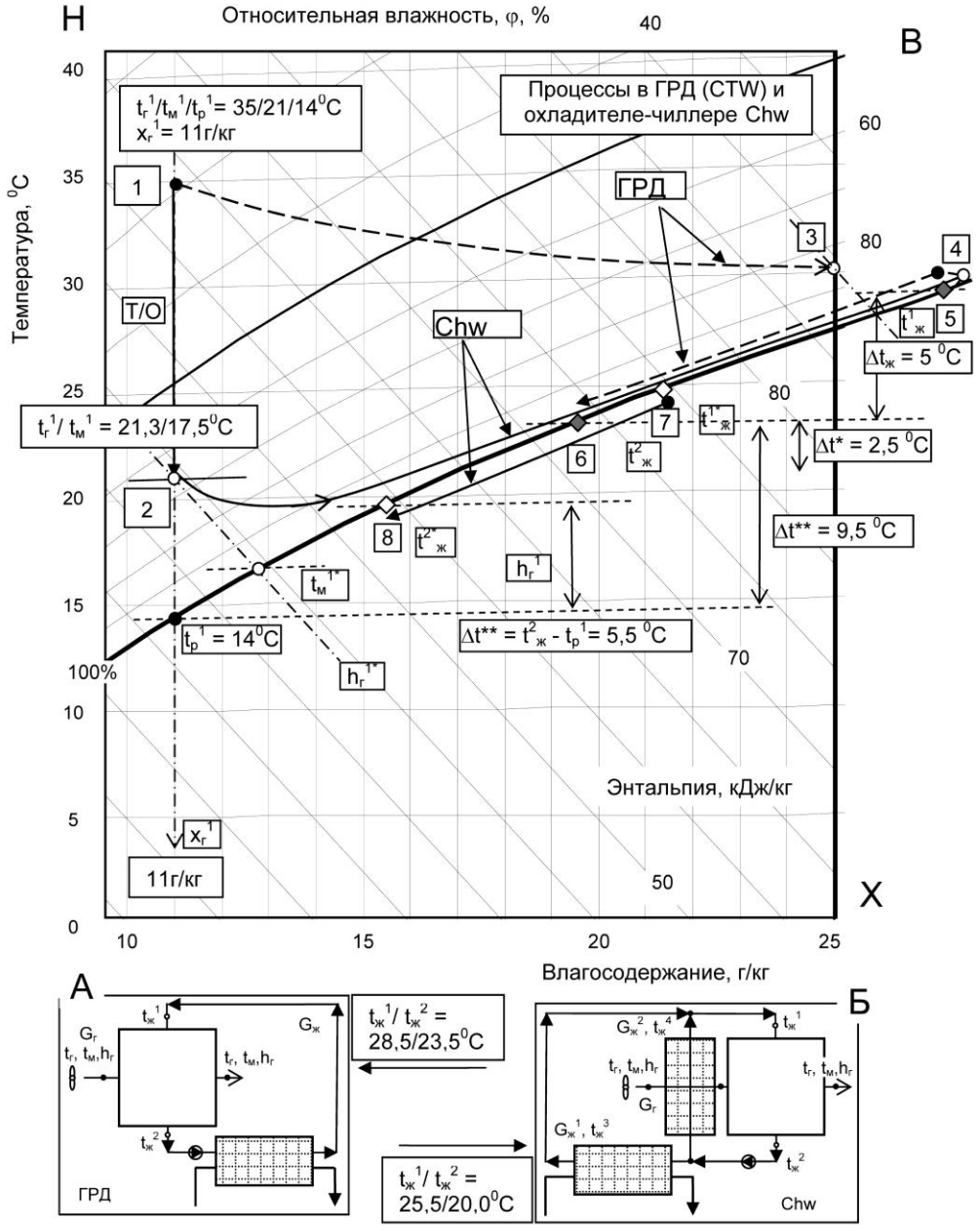


Рисунок 1. Анализ возможностей испарительных водоохладителей: градирни ГРД (CTW) и водоохладителя-чиллера Chw. Условия сравнения; l = Gr/Gж = 1.0 для обеих схем охладителей (l* = G1ж /G2ж = 1,0).
Обозначения: 1-3, 5-6 – процессы в ГРД; 1-2-4 и 7-8 процессы в Chw (изменения состояния воздуха и воды). Состояния воды показано условно точками на кривой насыщения

Сравнительный анализ возможностей испарительных водоохладителей, градирни ГРД и чиллера Chw. Изучались сравнительные возможности испарительных водоохладителей, градирни ГРД и чиллера Chw. Основой для сравнительного анализа послужили опытные данные, ранее полученные в ОНАПТ [1-2]. В ТМА использовалась насадка многоканальной структуры, выполненная из полимерных материалов. На рис. 1В на диаграмме H-X влажного воздуха приведен сравнительный анализ возможностей испарительных водоохладителей: градирни ГРД (CTW) и разработанного водоохладителя-чиллера Chw при

условии $l = G_г/G_ж = 1.0$ для обеих схем охладителей. Для чиллера Chw дополнительно принято соотношение расходов жидкости в основных контурах охлаждения, - в водо-водяном и водо-воздушном теплообменниках: $l^* = G^1_ж /G^2_ж = 1{,}0$. Состояния воды условно показано точками на кривой насыщения. Использование Chw позволяет охладить воду ниже t_M^1 наружного воздуха.

Выводы:

1. Сравнительно с прямым испарительным охлаждением воды в градирне ГРД, охлаждение в охладителе-чиллере Chw обеспечивает возможность значительно понижения температуры; пределом охлаждения здесь является температура точки росы наружного воздуха, что существенно расширяет границы практического использования таких водоохладителей.
2. Дальнейшее приближение к пределу охлаждения в Chw обеспечивает варьирование соотношения расходов жидкости в основных контурах охлаждения $l^* = G^1_ж /G^2_ж$, и может быть снижена при росте величины $l = G_г /G^{\Sigma}_ж$.
3. Для чиллера-водоохладителя Chw линия изменения состояния воздушного потока вплотную приближается и в дальнейшем следует линии полного насыщения φ= 100%, что может привести к реконденсации водяных паров и резкому снижению эффективности процесса охлаждения; этот вопрос нуждается в отдельном изучении и в настоящее время в научной литературе практически не рассмотрен.
4. Переход на «глубокое охлаждение» воды в Chw, сравнительно с градирней, неизбежно приводит к росту удельных энергозатрат; с этой точки зрения интерес представляет изучение оптимальных условий работы такого водоохладителя, в частности, изучение влияния соотношений контактирующих потоков газа и жидкости $l = G_г /G_ж$ на эффективность процесса, а также влияния величины $l^* = G^1_ж /G^2_ж$, расходов жидкости в основных контурах охлаждения чиллера Chw.

Литературные источники:

1. Дорошенко А.В., Глауберман М.А.Альтернативная енергетика, Солнечные системы тепло-хладоснабжения, Одесса, ОНУ им. Мечникова, 2012, 447стр.
2. Doroshenko A., Shestopalov K., Khliyeva O. Development of new schematic solutions and heat and mass transfer equipment for alternative solar liquid desiccant cooling systems, International Sorption Heat Pump Conference 2014, March 31 - April 2, 2014, Washington.
3. Maisotsenko V., Lelland Gillan, M. 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling21h International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C.
4. Hakan Caliskan, Arif Hepbasli, Ibrahim Dincer, Valeriy Maisotsenko Thermodynamic performance assessment of a novel air cooling cycle: Maisotsenko cycle International Journal of Refrigeration 34 (2011) 980 – 990
5. USA Patent No.: US 6,497,107 B2. Dec. 24, 2002. Metod and Apparatus of Indirect-Evaporative Cooling
6. Denis Pandelidis, Sergey Anisimov, William M. Worec. Performance study of the Maisotsenko Cycle heat exchangers in different air-conditioning applications. Intern. Journal of Heat and Mass Transfer 81 (2015) 207-221

УДК 536.248.2:532.529.5

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТВОРА АБСОРБЕНТА

А.В. Дорошенко, д.т.н., *профессор,* ***Гарх Саед (Garh Saed)****, аспирант*
Одесская национальная акад.пищевых технологий, 65082, г. Одесса, ул. Дворянская, 1/3

Солнечные системы на основе открытого абсорбционного цикла разрабатываются как с прямой (непосредственной) регенерацией абсорбента [1,8], так и с непрямой регенерацией [1-6]. Прямая регенерация абсорбента снижает температурный уровень регенерации до температур не превышающих 70^0С, что обеспечивает возможность построения солнечных систем на основе плоских солнечных коллекторов-регенераторов и устраняет необходимость в десорбере традиционного типа.

Разработка принципиальных схемных решений солнечных систем на основе двухступенчатой схемы регенерации абсорбента. В приложении к задачам осушения воздуха, кондиционирования воздуха (солнечные системы кондиционирования воздуха ССКВ) и охлаждения сред (солнечные холодильные системы СХС) на основе открытого абсорбционного цикла и прямой (непосредственной) солнечной регенерации абсорбента разработаны новые принципиальные схемные решения, базирующиеся на принципе снижения зависимости основных характеристик солнечной системы от естественных колебаний солнечной активности. Солнечные системы с прямой (непосредственной) регенерацией раствора абсорбента,

обеспечивающие снижение габаритов, массы и стоимости систем, оказываются очень чувствительны к влиянию уровня солнечной активности, так как в них трансформация солнечной энергии обеспечивает одновременно и требуемый температурный уровень регенерации абсорбента в процессе диффузии водяных паров в регенерационный воздушный поток, так и само движение воздуха над поверхностью абсорбента (растворы на основе бромистого лития LiBr). Солнечные системы построены на основе двухступенчатой схемы регенерации (рис. 1Б) включают: блок предварительного осушения воздуха (включающий абсорбер-осушитель, обеспечивающий непрерывность цикла осушения воздуха и десорбер-регенератор абсорбента, поддерживающий восстановление концентрации абсорбента и непрерывность основного цикла) и блок испарительного охлаждения воды или термовлажностной обработки воздуха.

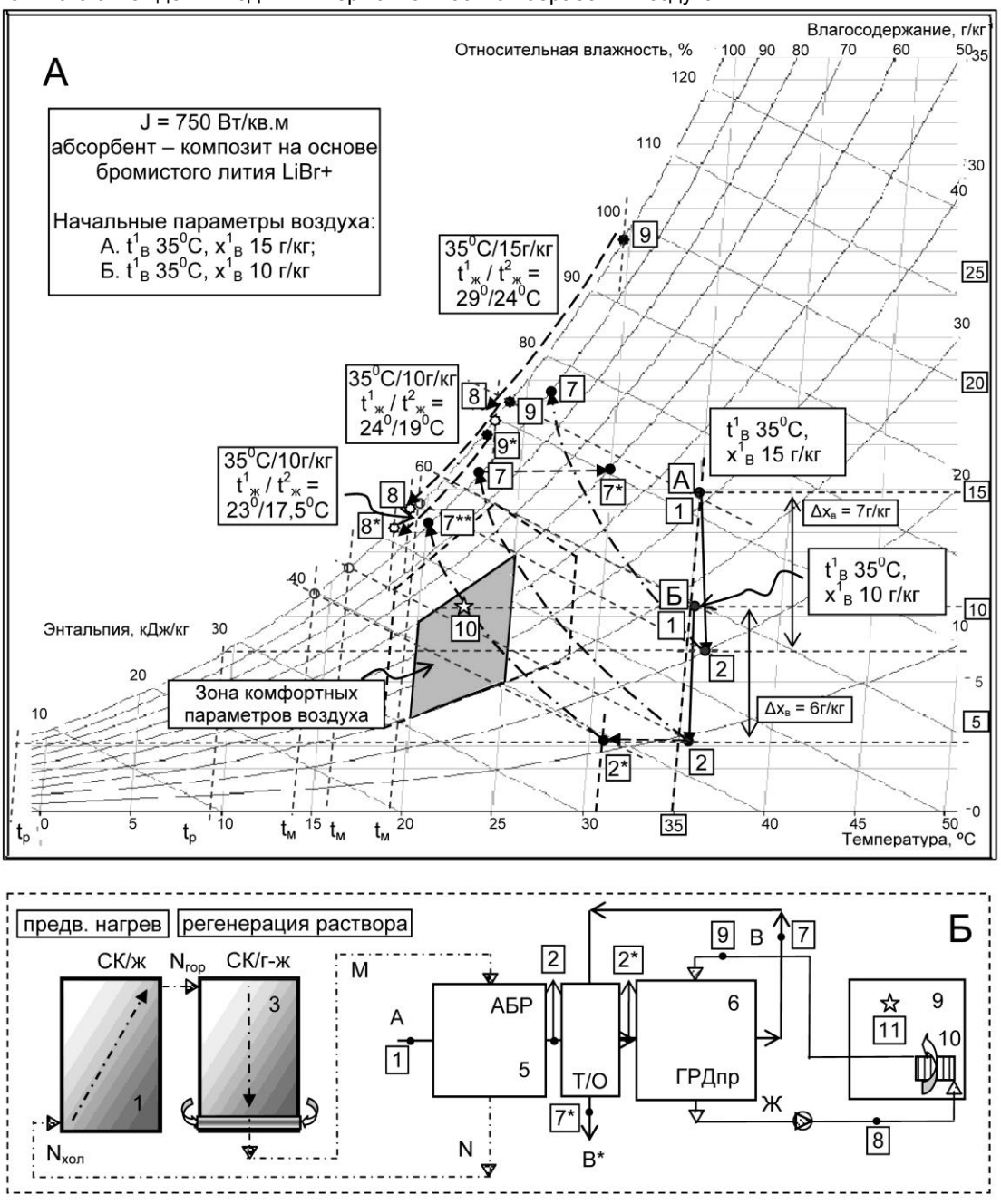


Рисунок 1. Принципиальные возможности разработанных солнечных холодильных систем СХС на основе открытого абсорбционного цикла с прямой солнечной регенерацией раствора абсорбента. Обозначения: 1-2 – процесс осушения воздуха в абсорбере; 2-7 – изменение состояния воздушного потока в градирне; 9-8 – процесс испарительного охлаждения воды в «продуктовой» градирне ГРДпр; 11 – состояние воздуха в помещении, при охлаждении поступающей в теплообменник (8) холодной воды из градирни при температуре (8*)

Анализ возможностей разработанных солнечных систем. На рис. 1А на Н-Т диаграмме влажного воздуха приведен, на основании полученных авторами результатов по эффективности процессов в основных элементах солнечных систем, общий анализ принципиальных возможностей разработанных СХС. В расчетах использовался абсорбент на основе бромистого лития LiBr [1-4]. Для достижения требуемой движущей силы в СХС требуемая концентрация LiBr должна составлять 60-65%, т.е. линия процесса находится очень близко к линии кристаллизации в интервале температур 30-60°С.

Приведен анализ принципиальных возможностей разработанных СХС (формула АБР-ГРД с регенерацией абсорбента в СКг-ж) в зависимости от начальных параметров наружного воздуха: $x^1_В$ = 10 и 15г/кг (при $t^1_В = 35^0$С). Эти условия охватывают всю территорию Европы. Получены результаты:

Параметры А: $t^1_В$ 35^0С, $t^1_м$ 24^0С, $t^1_р$ 20^0С, $x^1_В$ 15 г/кг:

– вариант градирни, работающей на наружном воздухе НВ, – $t^2_ж$ 28^0С;

– вариант СХС, $t^1_м$ 19^0С, – $t^2_ж$ 21^0С.

Параметры Б: $t^1_В$ 35^0С, $t^1_м$ 21^0С, $t^1_р$ 13^0, $x^1_В$ 10 г/кг:

– вариант градирни, работающей на наружном воздухе НВ, – $t^2_ж$ 24^0С;

– вариант СХС, $t^1_м$ 16^0С, – $t^2_ж$ 19^0С; – вариант СХС с теплообменником на отбросном воздушном потоке из ГРДпр, – $t^1_м$ 14^0С, – $t^2_ж$ 17^0С.

Выводы:

1. Солнечная холодильная система СХС позволяет понизить предел испарительного охлаждения до температуры точки росы наружного воздуха.
2. В сравнении с традиционными парокомпрессионными системами СХС альтернативная система обеспечивает значительное снижение энергозатрат (на 40-45%), что подтверждается немногочисленными данными эксплуатации аналогичных установок [5-6] в мире.

Литературные источники

1. А.В. Дорошенко, М.А. Глауберман. Альтернативная энергетика. Солнечные системы тепло-хладоснабжения. - Одесса: ОНУ, 2012. - 446 с.
2. Chen G.M., Zheng J., Doroshenko A., Shestopalov K. Design and modeling of a collector-regenerator for solar liquid desiccant cooling system, International Sorption Heat Pump Conference 2014, March 31 - April 2, 2014, Washington.
3. Doroshenko A., Shestopalov K., Khliyeva O. Development of new schematic solutions and heat and mass transfer equipment for alternative solar liquid desiccant cooling systems, International Sorption Heat Pump Conference 2014, March 31 - April 2, 2014, Washington.
4. Chen G.M., Doroshenko A.V., Shestopalov K.O., Khliyeva O.Y. Evaporative coolers of water and air for cooling systems. Analysis and perspectives, the 11th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants, August 31-September 2, 2014, Hangzhou.
5. Guangming Chen, Alexander Doroshenko, Paul Koltun, Kostyantyn Shestopalov, Comparative field experimental investigations of different flat plate solar collectors, Solar Energy, 115, pp. 577-588, 2015.
6. Guangming Chen, Kostyantyn Shestopalov, Alexander Doroshenko, Paul Koltun, Polymeric materials for solar energy utilization: a comparative experimental study and environmental aspects, Polymer-Plastics Technology and Engineering, Submitted paper - 2015.

УДК 697.94.(075)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОГО ККД СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ ОПЕРАЦІЙНИХ ЧИСТИХ КІМНАТ ЗАЛЕЖНО ВІД КОЕФІЦІЄНТА ТРАНСФОРМАЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Гарасим Дмитро Ігорович., аспірант,
Лабай Володимир Йосифович, д.т.н., проф.,
Нац. ун-т «Львівська політехніка», м. Львів

Нині під час експлуатації енерготехнологічних систем (ЕТС), до яких належать системи кондиціювання повітря (СКП), для забезпечення проведення певної технології [1] питання економії паливно-енергетичних ресурсів має першорядне значення. У сучасних технологіях, пов'язаних з перетворенням енергії, а саме у СКП, важливе місце займають обладнання і процеси, об'єктивна оцінка ступеня енергетичної досконалості яких може бути встановлена тільки на основі їх термодинамічного аналізу. В останні десятиріччя був розроблений ексергетичний метод аналізу [2]. Цей метод був обґрунтований у роботах Р.К. Клаузіуса, Дж.В. Гіббса, Ж. Гюі, А. Стодоли, Я. Шаргута та Р. Петели. Його основна ідея полягає у введенні поряд з загальним, фундамен-

тальним поняттям енергії, додаткового показника – *ексергії*, який дозволяє врахувати той факт, що енергія залежно від зовнішніх умов може мати різну цінність для практичного використання.

Ексергетичний баланс будь-якої ЕТС складають на основі її принципової схеми (рисунок 1).

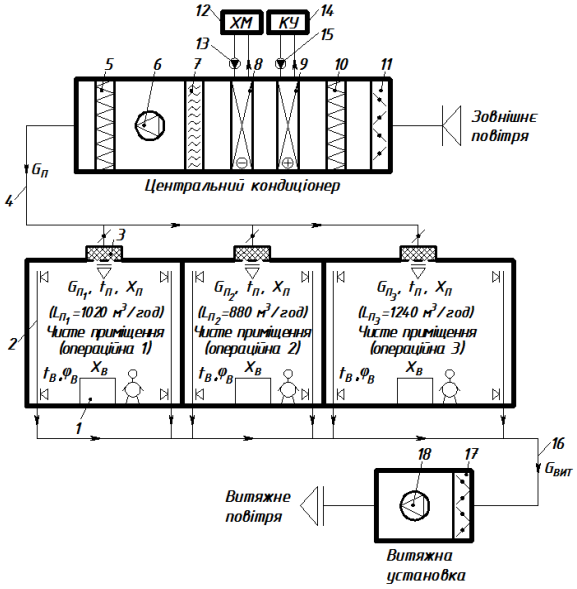


Рис. 1. Принципова схема впровадженої центральної прямотечійної СКП для операційних чистих кімнат:
1 – технологічне обладнання; 2 – витяжні канали у приміщеннях; 3 – фільтри припливного повітря у приміщення; 4 – припливний повітропровід; 5 – фільтр припливного повітря у кондиціонері; 6 – вентиляторний агрегат кондиціонера; 7 – краплевловник кондиціонера; 8 – повітроохолодник кондиціонера; 9 – повітронагрівник кондиціонера; 10 – фільтр зовнішнього повітря у кондиціонері; 11 – клапан зовнішнього повітря у кондиціонері; 12 – холодильна машина ХМ; 13 – насос холодної води ХМ; 14 – котельна установка КУ; 15 – насос гарячої води; 16 – витяжний повітропровід; 17 – клапан витяжного повітря; 18 – вентиляторний агрегат витяжної установки

На основі досліджень, проведених нами на інноваційній математичній моделі для вказаної СКП, отримано залежність ексергетичного ККД $\eta_{åê}$ від коефіцієнта трансформації *EER* її холодильної машини за різних параметрів зовнішнього ($t_ç$, $\varphi_ç$) і внутрішнього ($t_{âê}$, $\varphi_{âê}$) повітря та різниці температур $\Delta t_ï$ між внутрішнім і припливним повітрям, які подані на рисунку 2.

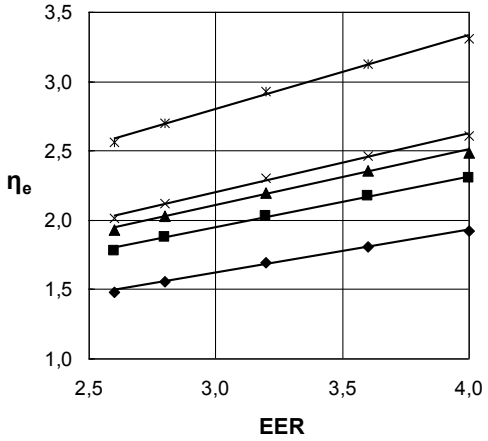


Рис. 2. Залежність ексергетичного ККД $\eta_{åê}$ впровадженої центральної прямотечійної СКП операційних чистих кімнат від коефіцієнта трансформації EER ХМ і умов проведення досліджень:
1 ряд ♦ – $t_ç$=40°С; $\varphi_ç$=36%; $t_{âê}$=29°С; $\varphi_{âê}$=64%; $\Delta t_ï$=4,0°С; $\varphi_ï$=79%; 2 ряд ■ –38; 38; 28; 64; 5,0; 84; 3 ряд ▲ – 35; 40; 27; 60; 6,0; 84; 4 ряд × – 32; 42; 26; 55; 7,0; 82; 5 ряд ✶ – 30; 44; 25; 54; 9,0; 92

Використана створена авторами інноваційна математична дослідницька модель впровадженої центральної прямотечійної системи кондиціювання повітря операційних чистих кімнат, що дає можливість комп'ютерного оцінювання її енергоефективності на основі ексергетичного ККД $\eta_{åê}$ залежно від різних фак-

торів, що впливають на її роботу, зокрема коефіцієнта трансформації *EER* її холодильної машини. Показано, що вибрану систему кондиціювання повітря бажано використовувати за вищого коефіцієнта трансформації *EER* холодильної машини кондиціонера та вищої різниці температур між внутрішнім і припливним повітрям $\Delta t_{\text{і}}$ за різних температур зовнішнього повітря $t_{\text{ç}}$, що дасть можливість отримати найвищий ексергетичний ККД $\eta_{\text{å}}$, а значить отримати економічно найвигідніший варіант використання впровадженої системи кондиціювання повітря.

Список літератури

1. Федотов А.Е. Чистые помещения / А.Е. Федотов. Второе изд., перераб. и доп. – М.: АСИНКОМ, 2003. – 576 с.
2. Шаргут Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.

УДК 621.438.13:621.57

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК (В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ)

Кантор, С.А., инж.,
ПАО "Завод "Экватор", Украина

Одним из направлений повышения топливной эффективности газотурбинных установок (ГТУ) при повышенных температурах наружного воздуха $t_{нв}$ на входе является его охлаждение. В большинстве случаев – это абсорбционные бромистолитиевые термотрансформаторы (АБТТ), преобразующие в холод теплоту отработавших газов.

Согласно климатическим характеристикам ГТУ отечественного производства ГП НПКГ "Зоря-Машпроект" с понижением температуры $t_{нв}$ воздуха на входе на 10 °С удельный расход топлива b_e уменьшается на 7…8 г/(кВт·ч), а эффективная мощность N_e увеличивается на 6…10 %.

Практически все ГТУ газотурбинных электростанций (ГТЭС) и газоперекачивающих компрессорных станций (КС), оборудованы утилизационными водогрейными котлами (экономайзерами), использующими теплоту отработавших газов ГТУ для нагрева воды на теплофикационные нужды до температуры примерно 90 ºС зимой и в межсезонье. Однако летом и в теплые май и сентябрь месяцы потребители горячей воды практически отсутствуют. Поэтому целесообразно использование теплоты уже имеющейся горячей воды для получения холода с целью охлаждения воздуха в ВО на входе ГТУ.

Эффект от охлаждения воздуха на входе в виде сокращения удельного расхода топлива Δb_e зависит от величины снижения температуры воздуха $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ на входе ГТУ. В хладоновых эжекторных холодильных машинах (ЭХМ) воздух можно охладить до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС и ниже (температура кипения хладона $t_х = t_0$ = 2…3 ºС и ниже), а в абсорбционных бромистолитиевых машинах (АБХМ) - до $t_{в2}$ = 15 ºС и выше (температуры холодной воды $t_х \approx$ 7…10 ºС).

Показано, что снижение температуры Δt воздуха на входе ГТУ в хладоновых воздухоохладителях (в ЭХМ) до $\boldsymbol{t_{в2}}$ **= 10 ºС** и соответственно уменьшение удельного расхода топлива в 1,5-2 раза больше по сравнению его охлаждением в воздухоохладителях (ВО) водяного охлаждения (в АБХМ) до температуры $\boldsymbol{t_{в2}}$ **= 15 ºС**. Соответственно и уменьшение удельного расхода топлива Δb_{e10} также в 1,5-2 раза больше.

Поэтому целесообразно охлаждать воздух в хладоновых ВО, а ВО водяного охлаждения использовать в качестве бустерных,для предварительного охлаждение воздуха при высоких температурах $t_{нв}$ наружного воздуха (соответственно при малой относительной влажности $\varphi_{нв}$).

Для охлаждения воздуха наибольшее распространение получили воздухоохладители трубчато-пластинчатого типа. Высокой надежностью (большим сроком службы) отличаются трубчато-пластинчатые воздухоохладители отечественного производства (ПАО "Завод "Экватор"). Это подтверждено более чем полувековой практикой их надежной эксплуатации как в тяжелых судовых условиях с выпадением из морского воздуха различных примесей (солевых отложений и т.д.), так и в стационарных установках охлаждения наружного воздуха, в частности, на атомных электростанциях, железнодорожном транспорте.

Особенностью изменения температуры $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха в течение суток является то, что при высоких температурах наружного воздуха $t_{нв}$ его относительная влажность $\varphi_{нв}$, наоборот- низкая. При пониженной относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха судовые трубчато-пластинчатые воздухоохладители эксплуатируются в режиме "сухой" теплоотдачи с недостаточно высокой

интенсивностью, что обусловлено термическими сопротивлениями в межреберных каналах, и прежде всего в местах контакта ребер с трубками.

Поэтому предварительное увеличение относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха путем его охлаждения в бустерных воздухоохладителях водяного охлаждения обеспечило бы протекание процессов охлаждения воздуха в хладоновых воздухоохладителях в "мокром" режиме – с конденсацией содержащихся в воздухе водяных паров, смачиванием пленкой конденсата наружной ребристой поверхности и интенсивной теплопередачей в трубчато-пластинчатых воздухоохладителях. Таким образом, целесообразным является двухступенчатое охлаждение воздуха на входе ГТУ.

При этом необходимо решать также задачу выбора рациональной проектной удельной тепловой нагрузки на воздухоохладители на входе ГТУ при меняющихся текущих температурах наружного воздуха.

Целью исследования является повышение топливной эффективности газотурбинных установок путем предварительной тепловлажностной обработки воздуха в бустерном теплообменнике водяного охлаждения и интенсивного охлаждения в "мокром" режиме в трубчато-пластинчатых хладоновых воздухоохладителях.

Разработаны принципиальная схема двухступенчатого воздухоохладителя с бустерной ступенью предварительного охлаждения воздуха холодной водой от АБХМ и хладоновым испарителем-воздухоохладителем, а также расчетная схема двухступенчатого воздухоохладителя для вычисления локальных параметров.

Особенностью математической модели испарителя-воздухоохладителя (И-ВО) является то, что она позволяет рассчитывать локальные параметры воздуха и кипящего хладона по глубине И-ВО по ходу воздуха, а значит и изменение тепловой нагрузки на ступени ВО при меняющихся параметрах наружного воздуха.

Результаты расчета локальных параметров процессов охлаждения воздуха на входе ГТУ по глубине L двухступенчатого воздухоохладителя показали, что в процессе охлаждения воздуха в бустерной ступени относительная влажность воздуха $\varphi_в$ увеличивается от 50…60 % наружного воздуха (на входе бустерной ступени) до 70…80 % на выходе бустерной ступени – на входе хладоновой ступени, что обеспечивает эффективное охлаждение в "мокром" режиме – с влаговыпадением и смоченной конденсатом наружной ребристой поверхностью хладоновой ступени охлаждения.

С целью подтверждения достоверности результатов расчетов по разработанной математической модели были выполнены экспериментальные исследования бустерного воздухоохладителя (ВО) в широком диапазоне изменения удельной тепловой нагрузки q_0 = 8…18 кВт/(кг/с). Исследования проведены с целью получения данных по тепловым и аэродинамическим характеристикам бустерного воздухоохладителя в зависимости от текущих параметров воздуха на входе.

Выбор в качестве объекта исследования бустерного воздухоохладителя предварительного охлаждения воздуха перед хладоновой ступенью обусловлен тем, что именно бустерный воздухоохладитель подвержен наибольшим колебаниям тепловой нагрузки в соответствии с изменением тепловлажностных параметров наружного воздуха на входе (температуры $t_{в1}$ и относительной влажности φ_1 воздуха), тогда как хладоновая ступень $ВО_{НТ}$ эксплуатируется в довольно узком диапазоне температур воздуха на входе $t_{вх}$ = 14…16 °С.

Экспериментальные исследования бустерной ступени охлаждения воздуха проведено в теплотехнической лаборатории ПАО "Завод "Экватор". При этом сравнивали расчетные и экспериментальные величины полной тепловой нагрузки бустерного ВО ОВВМ100 $Q_р$ и $Q_э$, а также удельной тепловой нагрузки $q_р$ и $q_э$ (отнесенной к единицу расхода воздуха).Показано, что расхождение расчетных и экспериментальных величин тепловой нагрузки ВО ОВВМ100 $Q_р$ и $Q_э$ не превышает 12…15 %, что свидетельствует о достоверности математической модели для расчета тепловой нагрузки бустерного ВО.

Результаты проверки адекватности математических моделей для ряда бустерных воздухоохладителей водяного охлаждения и хладоновых воздухоохладителей (ПАО "Завод "Экватор") показали, что расхождение по тепловой нагрузке не превышает 15…20 %, что можно считать удовлетворительным для адекватности математических моделей.

Разработана схема системы охлаждения воздуха на входе ГТУ в бустерной ступени – холодной водой от абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины (АБХМ) и в хладоновой ступени – эжекторной холодильной машиной (ЭХМ) с использованием теплоты выпускных газов.

Приведены основные этапы и алгоритм определения рациональных характеристик двухступенчатых воздухоохладителей охлаждения воздуха на входе ГТУ с учетом меняющихся климатических условий эксплуатации.

Цель расчета: определение проектных тепловых нагрузок всего двухступенчатого воздухоохладителя, а также его бустерной $q_{0.ВТ}$ и хладоновой $q_{0.НТ}$ ступеней. А соответственно удельной холодильной мощности (холодопроизводительности) устанавливаемых абсорбционной и эжекторной халадоновой холодильных машин.

Рассчитаны значения годовой удельной экономии топлива $В_{т.у1}$, приходящейся на 1 кВт мощности ГТУ, $В_{т.у1} = В_т / N_e$, за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ в зависимости от затрат удельной

холодопроизводительности q_0 (на единицу расхода воздуха), при разных температурах охлажденного воздуха $t_{в2}$ для Тарутинской компрессорной станции КС (с.Тарутино Одесской обл.) и для Южно-Бугской КС (г. Южноукраинск Николаевской обл.).

Показано, что при охлаждении воздуха на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС в двухступенчатом ВО с увеличением проектной (установленной) удельной тепловой нагрузки q_0 годовая удельная экономия топлива $B_{т.у1}$ сначала резко возрастает, затем темп ее возрастания замедляется и после величины q_0 = 34 кВт/(кг/с) экономия практически не увеличивается.

Эту удельную тепловую нагрузку q_0 = 34 кВт/(кг/с) принимают за **рациональную** и исходя из нее вычисляют полную тепловую нагрузку, на которую и проектируют двухступенчатый ВО.

Следующий этап теплового расчета – это определение проектных удельных тепловых нагрузок бустерной ступени $ВО_{ВТ}$ $q_{0ВТ}$ и хладоновой ступени $ВО_{НТ}$ $q_{0НТ}$ при выбранной их рациональной суммарной удельной тепловой нагрузке двухступенчатого ВО q_0 = 34 кВт/(кг/с).

Рассчитаны текущие удельные тепловые нагрузки бустерной ступени $ВО_{ВТ}$ $q_{0ВТ}$ и хладоновой ступени $ВО_{НТ}$ $q_{0НТ}$ и всего двухступенчатого ВО q_0 в течение летних суток для климатических условий г. Южноукраинска, 2015 г. при соотношении удельных тепловых нагрузок бустерной $ВО_{ВТ}$ $q_{0ВТ}$ и хладоновой $ВО_{НТ}$ $q_{0НТ}$ ступеней: $q_{0.ВТ}$ =16 кВт/(кг/с) и $q_{0.нт}$ =18 кВт/(кг/с), а также при их соотношении соответственно $q_{0.ВТ}$ =10 кВт/(кг/с) и $q_{0.НТ}$ =24 кВт/(кг/с); q_0 =34 кВт/(кг/с)

Показано, что в обоих вариантах удельная экономия топлива (на 1 кВт мощности ГТУ) за сутки примерно одинаковая: $b_e \approx 320$ г/кВт. Однако с учетом того, что при более умеренных температурах наружного воздуха $t_{нв}$ тепловая нагрузка на бустерную ступень $ВО_{ВТ}$ $q_{0ВТ}$ будет снижаться и часть ее поверхности не будет участвовать в теплопередаче, то с целью сокращения затрат мощности ГТУ, соответственно и затрат топлива на преодоление аэродинамического сопротивления неработающей поверхности бустерной ступени целесообразно при проектировании принимать значение проектной удельной тепловой нагрузки бустерной ступени заниженной – то есть согласно второму варианту: бустерной ступени $ВО_{ВТ}$ $q_{0.ВТ}$ =10 кВт/(кг/с), хладоновой ступени соответственно $q_{0.НТ}$ =24 кВт/(кг/с) при удельной тепловой нагрузке всего двухступенчатого ВО q_0 =34 кВт/(кг/с).

Подтверждением справедливости такого подхода к выбору соотношения удельных тепловых нагрузок: уменьшенной для бустерной $ВО_{ВТ}$ $q_{0.ВТ}$ =10 кВт/(кг/с) и увеличенной для хладоновой $q_{0.НТ}$ =24 кВт/(кг/с) ступеней служат полученные значения удельной экономии топлива $B_{т.у1} = B_{т.10МВт}/N_e$ за год, май и сентябрь в зависимости от затрат удельной холодопроизводительности q_0 для климатических условий г. Южноукраинск Николаевской обл., за 2009 г.

Показано, что проектная удельная тепловая нагрузка для хладоновой ступени $q_{0.НТ}$ =24 кВт/(кг/с) обеспечивает практически максимальную удельную экономию топлива $B_{т.у1} = B_{т.10МВт}/N_e$ (даже без бустерной, то есть при отключенной бустерной ступени).

При оценке эффекта от охлаждения необходимо учитывать затраты мощности ГТУ и, следовательно, топлива на преодоление аэродинамического сопротивления воздухоохладителя $\Delta P_{ВО}$. При этом подавать воздух через ВО на входе ГТУ целесообразно, если получаемый эффект за счет охлаждения воздуха в виде экономии топлива превосходит затраты топлива из-за аэродинамического сопротивления ВО $\Delta P_{ВО}$. В противном случае наружный воздух следует подавать непосредственно на вход ГТУ – в обход ВО. Поэтому необходимо решать вопросы определения времени начала подачи воздуха через ВО и ее отключения байпасированием.

По результатам сравнения расчетанных удельной (на 1 кВт мощности ГТУ) экономии топлива по месяцам $B_{т.10}$ и $B_{т.15}$ (при $t_{в2}$ = 10 и 15 ºС) без учета аэродинамического сопротивления ВО $\Delta P_{ВО}$, с одной стороны, и удельных затрат топлива из-за аэродинамического сопротивления воздухоохладителей за месяц $B_{т.ВО10;15}$, с другой стороны можно сделать выводы:

1. Подавать воздух на охлаждение в хладоновую ступень $ВО_{НТ}$ (при отключенной бустерной ступени) на входе ГТУ надо в середине апреля, а отключать хладоновую ступень $ВО_{НТ}$ и всю систему охлаждения – в середине ноября (при условии $B_{т.10} < B_{т.ВОхл}$).

Подавать воздух на охлаждение в бустерную ступень $ВО_{ВТ}$ на входе ГТУ надо позже хладоновой – в начале мая (при условии $B_{т.15} \geq B_{т.ВО15}$), а отключать бустерную ступень $ВО_{ВТ}$ раньше – в начале ноября ($B_{т.15} < B_{т.ВО15}$).

При этом эффект в виде удельной экономии топлива $\Sigma B_{т.10(\Delta Вт.во)}$ рассчитывали как разность удельной экономии топлива $B_{т.10}$ за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ без учета аэродинамического сопротивления ВО $\Delta P_{ВО}$ и удельных затрат топлива на его преодоление $B_{т.ВО10(\Delta Вт.во)}$: $\Sigma B_{т.10(\Delta Вт.во)} = (B_{т.10} - B_{т.ВО10(2\ldots4)})_{\Sigma}$ (здесь Σ – подстрочный символ суммирования).

Об эффективности более глубокого двухступенчатого охлаждения воздуха на входе ГТУ до 10°С последовательно в абсорбционной бромистолитиевой холодильной машине (АБХМ) как высокотемпературной ступени и хладоновой эжекторной холодильной машине (ЭХМ) как низкотемпературной ступени по сравнению с его традиционным охлаждением до 15°С в АБХМ для климатических условий юга Украины (г. Южноукраинск) можно судить по результатам расчета удельной

(приходящейся на 1 кВт мощности ГТУ) экономии топлива по нарастающей за 5 месяцев (май-сентябрь 2015г.) с учетом затрат топлива из-за сопротивления ВО ((затрат мощности ГТУ и, следовательно, топлива на преодоление аэродинамического сопротивления воздухоохладителя $\Delta P_{ВО} \approx 300$ Па).

Показано, что при двухступенчатом охлаждении воздуха на входе ГТУ до 10°С последовательно в абсорбционной бромистолитиевой холодильной машине (АБХМ) и хладоновой эжекторной холодильной машине (ЭХМ) получают в 1,8 раза большую экономию топлива: 23 кг/кВт против 12,5 кВт/кг для традиционного охлаждения воздуха на входе ГТУ до 15°С в АБХМ.

При этом общая экономия топлива, например, для ГТУ мощностью 10 МВТ UGT 10000 (N_e = 10 МВт) за 2015г. составляет: 260 т (400 тыс. м^3 газа) против 130 т (200тыс. м^3 газа).

Разработанные подход и реализующие его алгоритм, математическая модель и методика определения рациональных конструктивных и тепловых характеристик двухступенчатых воздухоохладителей составляют теоретическую базу проектирования систем предварительного охлаждения воздуха на входе ГТУ применительно к климатическим условиям юга Украины.

ВЫВОДЫ

1. Снижение топливной эффективности ГТУ при повышенных температурах циклового воздуха на входе остро ставит проблему охлаждения наружного воздуха, в котором присутствуют всевозможные атмосферные примеси, в надежных, с большим сроком службы, теплообменных аппаратах. Трубчато-пластинчатые воздухоохладители отечественного производства, надежность которых подтверждена многолетней практикой эксплуатации на АЭС и судах, для климатических условий юга Украины – при повышенной температуре и, соответственно, пониженной влажности наружного воздуха по сравнению с морским воздухом – требуют предварительной тепловлажностной обработки воздуха, обеспечивающей его охлаждение в мокром режиме (режиме смоченной наружной ребристой поверхности) и, следовательно, с высокой тепловой эффективностью.

2. Впервые предложено и реализовано принцип предварительной тепловлажностной обработки циклового воздуха на входе ГТУ в бустерной ступени водяного охлаждения, обеспечивающей эффективную эксплуатацию второй хладоновой ступени двухступенчатого воздухоохладителя с повышенной влажностью воздуха 70…80 % на входе – в режиме мокрого охлаждения и, следовательно, с высокой интенсивностью теплопередачи в отличие от традиционного одноступенчатого охлаждения с влажностью воздуха 50…60 % на входе хладонового воздухоохладителя при температуре наружного воздуха 30…35 °С.

3. Разработаны физическая и математическая модели процессов двухступенчатого охлаждения воздуха в аппаратах с высокотемпературной бустерной ступенью водяного охлаждения и низкотемпературной хладоновой ступенью охлаждения воздуха, которые в отличие от известных моделей процессов одноступенчатого охлаждения воздуха позволяют рассчитывать локальные параметры воздуха, воды и хладона, а, следовательно, и текущие тепловые нагрузки бустерной водяной и хладоновой ступеней воздухоохладителей с учетом изменения температуры и относительной влажности наружного воздуха, исходя из которых определять рациональные тепловые нагрузки при проектировании аппаратов охлаждения воздуха, обеспечивающие максимальное сокращение потребления топлива ГТУ.

4. Предложены и реализованы подходы к проектированию воздухоохладителей системы предварительного охлаждения циклового воздуха на входе ГТУ применительно к климатическим условиям юга Украины, согласно которым тепловую нагрузку двухступенчатого воздухоохладителя определяют исходя из годовой экономии топлива, а не из максимальной тепловой нагрузки, как принято в практике проектирования, а тепловые нагрузки бустерной водяной и хладоновой ступеней охлаждения воздуха – с учетом меняющихся текущих тепловых нагрузок бустерной ступени.

5. Разработана система двухступенчатого охлаждения циклового воздуха на входе ГТУ с его предварительной тепловлажностной обработкой в первой бустерной ступени водяного охлаждения, которая обеспечивает работу второй хладоновой ступени при повышенной влажности воздуха на входе и, соответственно, с высокой интенсивностью теплообмена.

6. Определены рациональные параметры теплогидродинамических процессов в системе двухступенчатого охлаждения циклового воздуха на входе ГТУ с бустерной водяной высокотемпературной и хладоновой низкотемпературной ступенями охлаждения воздуха, а также тепловые характеристики воздухоохладителей (тепловые нагрузки двухступенчатых воздухоохладителей и их высоко- и низкотемпературных ступеней охлаждения), которые обеспечивают сокращение удельного расхода топлива на 5…7 г/(кВт·ч) для ГТУ отечественного производства ГП НПКГ "Зоря"–"Машпроект" при повышенных температурах наружного воздуха в климатических условиях юга Украины.

УДК 621.438.13:621.57

ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Портной Б.С., аспирант
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

Термодинамическая эффективность газотурбинных установок (ГТУ) снижается с повышением температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на входе: с повышением температуры $t_{нв}$ на 10 °С для ГТУ производства ГП НПКГ "Зоря-Машпроект" уменьшается КПД на 0,8…1,0 % в абсолютных и на 2,7…2,8 % в относительных величинах [1]. Удельный расход топлива ГТУ при этом возрастает на 7…8 г/(кВт·ч). Повысить эффективность ГТУ и за счет этого сократить расход топлива при высоких температурах $t_{нв}$ воздуха на входе можно путем его предварительного охлаждения теплоиспользующими холодильными машинами (ТХМ), трансформирующими в холод теплоту отработанных газов. Снижение температуры воздуха $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ зависит от температуры наружного воздуха $t_{нв}$ и охлажденного в ТХМ воздуха $t_{в2}$, которая определяется температурой хладоносителя t_x (рабочего тела ТХМ), т.е. типом ТХМ. В эжекторных хладоновых холодильных машинах (ЭХМ) при использовании низкокипящих рабочих тел (НРТ) воздух можно охладить до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС и ниже (t_x = 2…3 ºС и ниже), а в абсорбционных бромистолитиевых (АБХМ) машинах, как правило, не ниже $t_{в2}$ = 15 ºС ($t_x \approx$ 7 ºС).

В работах [2, 3] рассмотрены термотрансформаторы комбинированного типа с теплоиспользующими абсорбционной бромистолитиевой холодильной машиной (АБХМ) в качестве высокотемпературной ступени охлаждения наружного воздуха от текущей температуры $t_{нв}$ до температуры $t_{в2}$ = 15 °С и эжекторной холодильной машиной (ЭХМ) как низкотемпературной ступенью.

Однако вопросы повышения эффективности эксплуатации термотрансформаторов такого комбинированного типа при умеренных температурах (в ночные-утренние часы летом, в весенние и осенние месяцы), когда тепловая нагрузка на них, и прежде всего на высокотемпературную абсорбционную бромистолитиевую ступень, сокращается, не исследованы. Так, к примеру, возможно использование избыточной теплоты отработавших газов для более глубокого охлаждения воздуха на входе ГТУ низкотемпературной ЭХМ-ступенью, которое в летние наиболее нагруженные месяцы может оказаться невозможным из-за ограниченного теплового потенциала отработавших газов.

Проблема эффективной трансформации теплоты в холод особенно остро стоит в ГТУ регенеративного типа с нагревом сжатого воздуха перед камерой сгорания газами после турбины, в которых температура отработавших газов сравнительно невысокая (около 250 °С), т.е. в условиях ограниченного теплового потенциала сбросной теплоты, что резко сужает возможности получения холода, особенно при невысокой эффективности трансформации теплоты.

Цель работы – повышение эффективности эксплуатации термотрансформаторов комбинированного абсорбционно-эжекторного типа при пониженной тепловой нагрузке на высокотемпературную абсорбционную бромистолитиевую ступень из-за снижения температуры наружного воздуха.

Эффективность охлаждения воздуха на входе ГТУ зависит от снижения его температуры $\Delta t_в$ и продолжительности т подачи в ГТУ охлажденного воздуха, т.е. климатических условий и типа ТХМ. Установленная (проектная) холодильная мощность (холодопроизводительность) ТХМ Q_0, с одной стороны, должна покрывать затраты холода на охлаждения воздуха на входе ГТУ в течение как можно большего времени эксплуатации ГТУ в году, обеспечивая наибольший суммарный (годовой) эффект в виде экономии топлива. С другой стороны, установленная холодопроизводительность ТХМ Q_0 не должна быть завышенной, чтобы большую часть года ТХМ эксплуатировалась при нагрузках, близких номинальной (проектной). Иначе будет иметь место невысокий коэффициент использования ТХМ (эксплуатация не на полную нагрузку), а при заниженной Q_0, наоборот, – недоохлаждение воздуха на входе ГТУ при высоких наружных температурах $t_{нв}$.

Для климатических условий юга Украины 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 мощности, экономии топлива $B_{т.10}$ за 2015 г. составляют 25 кг/кВт при сохранении высоких темпов ее наращивания.

Показано, что для климатических условий юга Украины при охлаждении воздуха на входе ГТУ от текущих температур наружного воздуха $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБХМ установленной удельной (приходящейся на единичный расход воздуха $G_в$ = 1 кг/с) холодильной мощности q_0 = 24 кВт/(кг/с) достаточно, чтобы получить максимальную годовую удельную экономию топлива. Для охлаждения воздуха на входе ГТУ от текущих $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 ºС в ЭХМ, соответственно и большей экономии топлива, потребуется установленная удельная холодильная мощность q_0 = 34 кВт/(кг/с). В то же время для охлаждения в ЭХМ воздуха от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 7 ºС потребуется установленная удельная холодильная мощность q_0 = 38 кВт/(кг/с), для получения которой отсутствует достаточное количество теплоты из-за недостаточно высокой температуры отработавших газов регенеративной ГТУ.

Для охлаждения воздуха от $t_{нв}$ до $t_{в2}$ = 10 ºС (в ЭХМ) в июле месяце рациональной установленной удельной холодильной мощности q_0 = 34 кВт/(кг/с), определяемой исходя из максимальной годовой экономии топлива, недостаточно для получения максимальной экономии топлива в наиболее теплом месяце июле. Однако при этом недоохлаждение воздуха $\Delta t_{10д}$ из-за дефицита холодопроизводительности незначительное по сравнению с потенциально возможными значениями снижения температуры воздуха Δt_{10} до $t_{в2}$ = 10 ºС и имеет место всего лишь 3…4 дня на протяжении 2…3 часов для климатических условий Южнобугской компрессорной станции (с. Любашевка, Николаевская обл., 2015 г.).

При менее высоких температурах наружного воздуха $t_{нв}$ и, соответственно, при снижении тепловой нагрузки на АБХМ-ступень удельной холодильной мощности q_0 = 34 кВт/(кг/с) хватает для получения максимальной удельной экономии топлива $B_{т.у1} = B_{т.10МВт} / N_e$ и при более глубоком охлаждении воздуха до $t_{в2}$ = 7 ºС (при более низких температурах кипения НРТ в испарителе-воздухоохладителе t_0 = 1…2 ºС).

Избыток холодильной мощности q_0 , образующийся при умеренных температурах наружного воздуха $t_{нв}$ в результате снижения тепловой нагрузки на АБХМ-ступень, может быть реализован в ЭХМ-ступени для более глубокого охлаждения воздуха до $t_{в2}$ = 7 ºС, например, путем охлаждения конденсатора ЭХМ с получением более низких температур конденсации $t_к$ и соответствующим повышением теплового коэффициента ЭХМ ζ.

Следует также учесть, что с понижением t_0 от t_0 = 4…5 ºС (при $t_{в2}$ = 10 ºС) до t_0 = 1…2 ºС ($t_{в2}$ = 7 ºС) сохранение неизменной удельной холодильной мощности q_0 = 34 кВт/(кг/с) возможно только при условии повышения теплового коэффициента ЭХМ ζ, что в действительности и происходит с понижением температуры наружного воздуха.

Так, значения теплового коэффициента ЭХМ ζ при температуре конденсации $t_к$ = 25 °С ($t_{нв} \approx$ 30 °С и соответственно $t_м$ = 20…22 °С) и температуре кипения НРТ R142b в испарителе t_0 = 5 °С (при охлаждении воздуха до $t_{в2}$ = 10 °С) составляют ζ ≈ 0,3. При понижении температуры наружного воздуха $t_{нв}$ в прохладные месяцы до $t_{нв} \approx$ 20…25 °С, его температуре по мокрому термометру $t_м$ = 15…17 °С и температуре конденсации R142b в ЭХМ $t_к \approx$ 20 °С значения теплового коэффициента ЭХМ ζ достаточно высокие и при более низкой температуре кипения R142b в испарителе t_0 = 1…2 °С (при глубоком охлаждении воздуха до $t_{в2}$ = 7 °С): ζ > 0,3. Таким образом, за счет более низкой температуры конденсации R142b в ЭХМ $t_к$ в прохладные периоды значения теплового коэффициента ЭХМ ζ остаются достаточными, чтобы обеспечивать холодопроизводительность, близкую установленной холодильной мощности q_0 = 34 кВт/(кг/с) и при более глубоком охлаждении воздуха до $t_{в2}$ = 7 °С (при низких t_0 = 1…2 °С). В результате, благодаря охлаждению воздуха до более низкой температуры $t_{в2}$ = 7 °С (по сравнению с $t_{в2}$ = 10 °С) получают дополнительную экономию топлива.

Показано, что за счет более глубокого охлаждения воздуха до температуры $t_{в2}$ = 7 °С в прохладные периоды получают дополнительное приращение годовой экономии топлива $B_{т10+(7-10)}$ примерно на 15 % по сравнению с ее величиной $B_{т10}$ при круглогодичном охлаждении воздуха до температуры $t_{в2}$ = 10 °С. Практически постоянная величина экономии топлива $B_{т10+(7-10)}$ в самые теплые летние месяцы обусловлена ограничением по установленной холодопроизводительности q_0 = 34 кВт/(кг/с), которая, в свою очередь, ограниченным тепловым потенциалом отработавших газов регенеративных ГТУ.

Дальнейшее увеличение экономии топлива возможно путем повышения эффективности трансформации теплоты в холод (теплового коэффициента ζ), в частности, применением в ЭХМ двухступенчатого эжектирования, переходом на комбинированные АБХМ-ЭХМ с использованием высвобождающейся холодопроизводительности при снижении тепловой нагрузки на высокотемпературную АБХМ-ступень охлаждения (при снижении температуры наружного воздуха $t_{нв}$) для охлаждения конденсатора ЭХМ с получением более низких температур конденсации $t_к$ и соответствующим повышением теплового коэффициента ЭХМ ζ и, как следствие, – более глубокого охлаждения воздуха в низкотемпературной ЭХМ-ступени термотрансформатора.

Список использованной литературы

[1] Николаевские газовые турбины промышленного применения. – Николаев: ГП НПКГТ "Зоря"–"Машпроект". – 2004. – 20 с.

[2] **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.

[3] **Радченко, А.Н.** Оценка потенциала охлаждения воздуха на входе газотурбинных установок трансформацией теплоты отработанных газов в теплоиспользующих холодильных машинах [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 4 (111). – С. 56–59.

УДК 621.438.13:621.57

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДЕНСАТА С РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПРОЦЕССАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГТУ

Прядко А.С., аспирант
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

Одним из основных направлений повышения топливной эффективности газотурбинных установок (ГТУ) является охлаждение воздуха на их входе теплоиспользующими холодильными машинами (ТХМ), трансформирующими в холод сбросную отработавших газов. Снижение температуры воздуха $\Delta t = t_{нв} - t_{в2}$ и соответственно величина получаемого эффекта зависят от температуры охлажденного в ТХМ воздуха $t_{в2}$, которая, в свою очередь, – от температуры хладоносителя t_x (рабочего тела ТХМ), т. е. типа ТХМ. Так, в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах (АБХМ) воздух можно охладить практически до температуры $t_{в2} = 15…20$ ºС (температура холодной воды $t_x \approx 7…10$ ºС) [1, 2], чего для умеренных климатических условий Украины недостаточно. Более глубокое охлаждение воздуха до $t_{в2} = 10$ ºС и ниже обеспечивают хладоновые эжекторные холодильные машины (ЭХМ) при температурах кипения хладона в воздухоохладителях $t_0 = 2…4$ ºС. Однако тепловые коэффициенты ЭХМ невысокие: $\zeta_Э = 0{,}2…0{,}3$ по сравнению с АБХМ $\zeta_A = 0{,}7…0{,}8$ [3, 4].

В работах [3, 4] рассмотрены ТХМ комбинированного типа с АБХМ в качестве высокотемпературной ступени охлаждения наружного воздуха от текущей температуры $t_{нв}$ до $t_{в2} = 15$ °С и ЭХМ как низкотемпературной ступенью глубокого охлаждения воздуха после АБХМ до температуры $t_{в2} = 7…10$ °С.

В процессе охлаждения воздуха на входе ГТУ в результате конденсации содержащихся в нем водяных паров образуется конденсат. Вполне перспективным представляется его использование в качестве хладоносителя ступени предварительного охлаждения воздуха с последующим его более глубоким охлаждением в ТХМ, что позволило бы высвободить холодопроизводительность АБХМ, для охлаждения конденсатора ЭХМ с соответствующим снижением температуры конденсации и, как следствие, повышением теплового коэффициента ЭХМ.

Эксплуатация воздухоохладителей на входе ГТУ при переменных температурах $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха сопровождается значительными колебаниями тепловой нагрузки в течение суток, и прежде всего на высокотемпературную ступень предварительного охлаждения. Соответственно меняется количество и температура конденсата, получаемого как сопутствующий продукт охлаждения воздуха, что требует не только раздельного отведения конденсата от ступеней охлаждения, но и дифференцированного – в соответствии с его температурой в разное время суток – его аккумулирования при разных температурах для последующего использования как хладоносителя в соответствии с текущей тепловой нагрузкой.

Для реализации способа раздельного – по температуре – отведения конденсата в процессе охлаждения воздуха на входе ГТУ необходимо располагать данными по расходам и температуре конденсата, отводимого от высокотемпературной АБХМ и низкотемпературной ЭХМ ступеней, с учетом изменения тепловых нагрузок на ступени охлаждения в соответствии с текущими температурой $t_{нв}$ и влажностью $\varphi_{нв}$ наружного воздуха, которые можно получить по результатам моделирования работы двухступенчатых воздухоохладителей в реальных климатических условиях, меняющихся в течение суток – от наиболее теплонапряженных пополудни до умеренных в ночные часы.

Цель исследования – анализ эффективности двухступенчатого охлаждения воздуха на входе ГТУ с получением конденсата как сопутствующего продукта и его использованием для предварительного охлаждения воздуха по результатам компьютерного моделирования процессов охлаждения при меняющихся текущих параметрах наружного воздуха.

Для расчета текущих климатических условий эксплуатации установки использованы данные международного метеоцентра (программный комплекс "mundomanz") по текущим параметрам наружного воздуха (температуре $t_{нв}$ и относительной влажности φ).

В [3, 4] показано, что для климатических условий эксплуатации ГТУ Южнобугской компрессорной станции (мощность ГТУ $N_e = 10$ МВт) (г. Южноукраинск, Николаевская обл., 2015 г.) при охлаждении воздуха на входе ГТУ до температуры $t_{в2} = 10$ ºС удельной (приходящейся на единичный расход воздуха $G_в = 1$ кг/с) проектной тепловой нагрузке двухступенчатого ВО $q_0 = 34$ кВт/(кг/с) соответствует практически максимальная годовая экономия топлива $B_{т.10}$. Эту удельную тепловую нагрузку $q_0 = 34$ кВт/(кг/с) принимают за рациональную и исходя из нее проектируют двухступенчатый ВО и выбирают полную установленную холодопроизводительность АБХМ и ЭХМ в соответствии с расходом воздуха $G_в$ ·через ГТУ: $Q_0 = G_в \cdot q_0$.

Уточнение тепловой нагрузки водяной $ВО_{ВТ}$ и хладоновой $ВО_{НТ}$ ступеней следует производить по результатам моделирования их работы с учетом суточных изменений температуры $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ наружного воздуха.

В качестве примера проведены расчеты параметров процесса охлаждения воздуха на входе ГТУ UGT 10000 (мощность 10 МВт) в двухступенчатом ВО с получением конденсата для соотношения удельных тепловых нагрузок ступеней охлаждения: $q_{0.ВТ} \approx 10$ кВт/(кг/с) и $q_{0.НТ} = 24$ кВт/(кг/с) при суммарной удельной тепловой нагрузке двухступенчатого ВО $q_0 = 34$ кВт/(кг/с) и меняющихся в течение суток (8.07.2015) температуре $t_{нв}$ и относительной влажности φ наружного воздуха для климатических условий г. Южноукраинск, Николаевская обл. При этом для ГТУ UGT 10000 простой схемы производства ГП НПКГ "Зоря"-"Машпроект" (мощность $N_e = 10$ МВт) при снижении температуры воздуха на входе на 1 °С удельный расход топлива уменьшается на величину $\Delta b_e = 0{,}7$ г/(кВт·ч).

Поскольку конденсат является сопутствующим продуктом охлаждения воздуха на входе двигателя в ТХМ, использующих сбросную теплоту отработавших газов ГТУ, то следует учитывать также ее затраты на получение холода $Q_г = Q_0 / \zeta$, а также теплоту, отводимую от конденсаторов АБХМ и ЭХМ системой оборотного охлаждения, т.е. тепловую нагрузку на градирни $Q_{гр} = Q_г + Q_0 = Q_0 (1 + \zeta) / \zeta$.

При умеренных температурах наружного воздуха $t_{нв} = 17…20$ °С в ночное время температура мокрого термометра опускается до значений $t_м = 10$ °С и даже ниже. Практически до этой температуры в градирне мокрого типа можно охладить воду, в частности, конденсат, отводимый в процессе охлаждения воздуха в двухступенчатом воздухоохладителе на входе ГТУ. В дневное же время при повышенных температурах наружного воздуха $t_{нв} = 30…35$ °С он охлаждается в $ВО_{ВТ}$, т.е. на входе $ВО_{НТ}$, до температуры $t_{ВТ2} = 18…25$ °С, что требует дополнительного охлаждения отводимого в $ВО_{ВТ}$ конденсата. Таким образом, в ночные часы, когда имеют место умеренные температуры наружного воздуха $t_{нв} = 15…20$ °С и падает тепловая нагрузка на $ВО_{ВТ}$, соответственно на АБХМ и обслуживающие их градирни, последние можно использовать для охлаждения конденсата, отводимого в процессе охлаждения воздуха на входе ГТУ, который в свою очередь использовать в качестве хладоносителя для $ВО_{ВТ}$ в часы повышенных температур наружного воздуха $t_{нв} = 30…35$ °С.

Высвобождаемую при этом холодопроизводительность АБХМ можно задействовать для дополнительного охлаждения отводимого в $ВО_{ВТ}$ конденсата или/и охлаждения конденсатора ЭХМ второй ступени глубокого охлаждения воздуха.

В результате расчетов установлено, что для климатических условий юга Украины при рациональных проектных тепловых нагрузках на высоко- и низкотемпературные ступени охлаждения $ВО_{ВТ}$ и $ВО_{НТ}$ с холодоснабжением от АБХМ и ЭХМ можно получить в 2-3 раза большее количество конденсата с более низкой температурой по сравнению с полученным в $ВО_{ВТ}$ с АБХМ.

Список использованной литературы

1. **Popli S.** Trigeneration scheme for energy efficiency enhancement in a natural gas processing plant through turbine exhaust gas waste heat utilization [Text] / Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Energy. – 2012. – №93. – С. 623–636.

2. **Popli S.** Gas turbine efficiency enhancement using waste heat powered absorption chillers in the oil and gas industry [Text]/ Sahil Popli, Peter Rodgers, Valerie Eveloy // Applied Thermal Engineering. – 2013. – №50. – P. 918–931.

3. **Радченко, А.Н.** Методологический подход к рациональному проектированию комбинированной теплоиспользующей системы охлаждения воздуха на входе газотурбинной установки [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор. //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 4(121). – С. 76–79.

4. **Радченко, А.Н.** Метод выбора рациональной тепловой нагрузки абсорбционно-эжекторного термотрансформатора охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ компрессорных станций [Текст] / А.Н. Радченко, С.А. Кантор //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 61–64.

УДК 629.5.026

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА БАЛКЕРАХ

В.М. Горбов, канд. техн. наук, професор, В.С. Мітєнкова, канд. техн. наук, доцент,
Національний університет кораблебудування

Кожного року в дію вступають більш жорсткі нормативи щодо викидів з суден. Для відповідності новим законодавчим вимогам судновласники вимушені використовувати відповідне очисне обладнання або замінювати нафтові палива на альтернативні, серед яких найбільш перспективним є природний газ, що найчастіше зберігається на судні у зрідженому вигляді. В світовому флоті доля балкерів сягає 40 % від загального обсягу, в той же час за рівнем викидів діоксиду вуглецю згідно дослідженням ІМО даний тип суден

займає друге місце, поступаючись лише контейнеровозам. Тому використання зрідженого природного газу (ЗПГ) на балкерах в якості палива для головних двигунів набуває особливої актуальності.

Інвестиційна вартість модернізації існуючого або будівництва нового судна коливається пропорційного розміру пропульсивного комплексу. Важливо збалансувати високі інвестиції відносно довгострокових експлуатаційних витрат в залежності від обраного виду палива. Існують й інші чинники, які слід брати до уваги, наприклад, заправки ЗПГ можуть тривати довше в порівнянні з іншими видами палива, використання газоподібного палива на судні вимагає додаткової підготовки персоналу відповідно до вимог класифікаційних товариств та ІМО. Нарешті, необхідно враховувати втрату вільного простору на судні за рахунок встановлення резервуарів ЗПГ.

На рис. 1 представлено капітальні витрати на побудову балкерів середньої тонажності в різних регіонах. Різниця у вартості будівництва по кожному варіанту палива представлена в порівнянні з базовим варіантом – використанням легкого палива (MGO). Ця різниця вартості будівництва розраховувалася протягом аналізу 10-річного періоду за фінансової процентною ставкою 6% [1]. Результати фінансової оцінки також суттєво залежать від вартості резервуара для ЗПГ. Якщо інвестиції для цього обладнання будуть скорочені нижче ніж 2000 $/м^3 корисного об'єму, в тому числі при переобладнанні судна під ЗПГ, то приблизний термін окупності буде складати менше року [2].

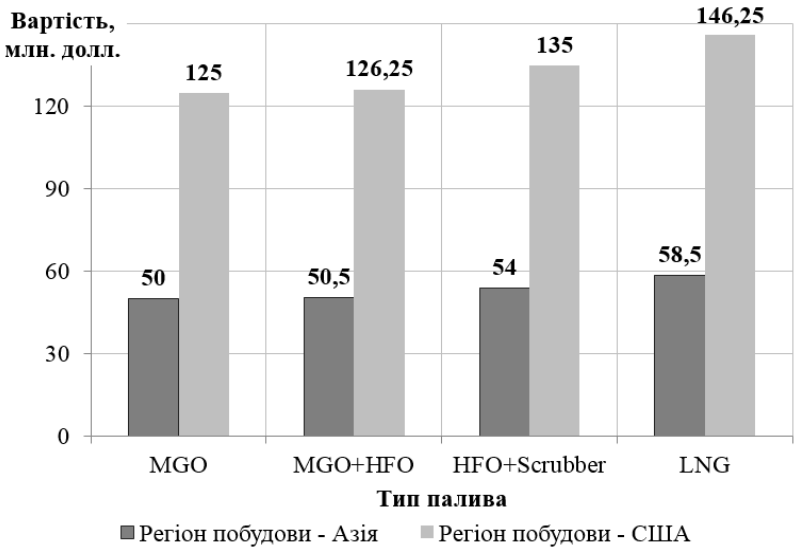


Рис. 1. Порівняння усереднених капітальних витрати на побудову балкерів середньої тонажності в Азії та США

Сукупні щорічні експлуатаційні витрати на паливо, обслуговування, експлуатацію паливних систем та втрати доходів (наприклад, при переобладнанні судна під використання газу або встановленні скруберу) при різній вартості нафтових палив та зрідженого природного газу наведено на рис. 2.

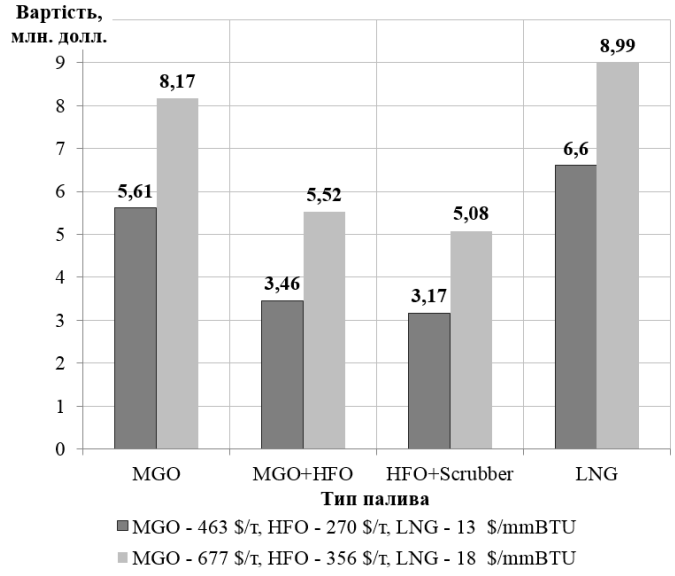


Рис. 2. Середні щорічні експлуатаційні витрати на балкери середньої тонажності в залежності від типу та вартості палив

Висновки:

- витрати на переобладнання судна для роботі на ЗПГ у 8-10 разів вищі, ніж при використанні легкого палива разом із очисним обладнанням для відхідних газів;
- витрати на побудову нового судна для роботі на ЗПГ у 19-22 разів вищі, ніж при застосуванні легкого палива разом із очисним обладнанням для відхідних газів;
- капітальні витрати на побудову середньотонажних балкерів приблизно на 15 % вищі при використанні в якості палива ЗПГ порівняно із нафтовими паливами;
- щорічні експлуатаційні витрати для середньотонажних балкері при роботі на ЗПГ на 10-15 % вищі, ніж при використанні важких і легких нафтових палив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Analysis of Fuel Alternatives for Commercial Ships in the ECA Era [Electronic resource] – Mode of access: http://www.herbert.com/wp-content/uploads/2015/10/Fuel-Alternatives-for-Commerical-Ships-in-ECA-Era-Rev4-final.pdf.

2. Costs and Benefits of Alternative. Fuels for an LR1 Product Tanker. Key results from a DNV GL and MAN Diesel & Turbo joint study [Electronic resource] – Mode of access: http://marine.man.eu/docs/librariesprovider6/test/5510-0196_alternative-fuels-low.pdf?sfvrsn=22.

УДК 621.593

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ РЕГАЗИФИКАЦИИ СПГ

Бондаренко Н.С., Гоцуляк М. А.,

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Более 300 млрд. м^3 природного газа в мире ежегодно транспортируется в сжиженном состоянии. Лидерами среди стран-импортеров являются Япония, Южная Корея, Китай, Индия, Тайвань [1]. Регазификация – обязательный процесс для дальнейшего использования природного газа в традиционной энергетике, который потребляет значительное количество энергии, так для испарения 1000 м^3 сжиженного природного газа (СПГ) необходимо больше 1 МДж теплоты. Задача снижения энергетических затрат частично решается за счет использования энергии холода. В таблице приведены способы утилизации энергии холода на действующих приемных *LNG*-терминалах [2].

Таблица. Использование энергии холода СПГ в процессе регазификации

Применение	Страна
Производство электроэнергии	Япония
Разделение воздуха (получение жидких азота, кислорода, аргона)	Япония
Рефрижераторы и холодильники	Япония, Южная Корея
Охлаждение воздуха, подаваемого на газотурбинные установки	Индия, Япония, Испания
Производство сухого льда	Япония
Опреснение морской воды	США
Ожижение *boiled-off-gas* (*BOG*) при хранении СПГ	Япония, Южная Корея
Криозаморозка и разрушение пластмасс и отходов	Япония

В зависимости от пропускной способности регазификационной установки и режима работы выработанная электроэнергия позволяет покрыть собственные нужды и даже может отпускаться в сеть. Варианты организации регазификации СПГ с генерированием электроэнергии могут быть различны и отличаться рабочим циклом (Ренкина, Брайтона, Стирлинга), рабочим телом, совершающим работу (при использовании промежуточного контура), источником подводимой теплоты (воздух, морская вода, химическая реакция в процессе горения) и пр.

Ниже приведены принципиальные схемы регазификации СПГ с генерированием электроэнергии для приемного *LNG*-терминала годовой производительностью 5 млрд. м^3 (рис. 1, 2, 3). Выполнены расчеты для определения количества выработанной электроэнергии при равномерном потреблении газа на протяжении года, равных параметрах природного газа, отпускаемого в газотранспортную систему (ГТС), температуры морской воды, воздуха. В первом и во втором варианте при регазификации СПГ используются замкнутые циклы (Ренкина, Стирлинга) с рабочими телами этаном и гелием соответственно. Энергия холода природного

газа при этом утилизируется в теплообменных аппаратах (охладителях). Для схемы представленной на рис. 3 выбраны две газотурбинные установки (ГТУ) отечественного производства *UGT* 15000 на основании необходимого количества уходящих газов с целью утилизации теплоты последних.

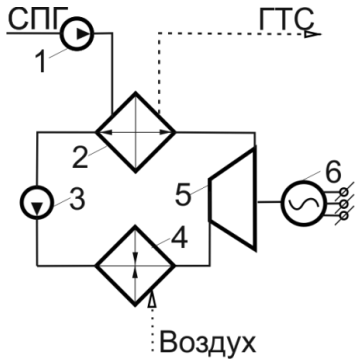


Рисунок 1. Принципиальная схема регазификации СПГ с выработкой электроэнергии по циклу Ренкина [3]: 1, 3 - насосы соответственно СПГ и рабочего тела (этана); 2, 4 – теплообменные аппараты соответственно испарители СПГ и этана; 5 - турбодетандер (ТД); 6 - электрогенератор

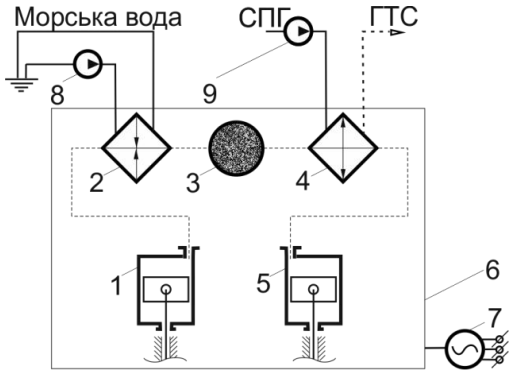


Рисунок 2. Принципиальная схема регазификации СПГ с выработкой электроэнергии двигателем Стирлинга [4]: 1, 5 – рабочие цилиндры расширения и сжатия соответственно; 2, 4 – теплообменные аппараты соответственно нагреватель рабочего тела (гелия) и охладитель (испаритель СПГ); 3 – регенератор; 6 - двигатель Стирлинга; 7 – электрогенератор; 8, 9 – насосы соответственно морской воды и СПГ

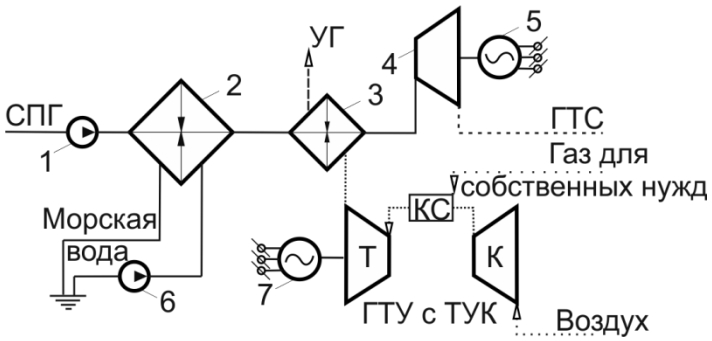


Рисунок 3. Принципиальная схема регазификации СПГ с генерированием электроэнергии и работой ГТУ [4]: ГТУ с ТУК – газотурбинная установка с теплоутилизационным контуром; УГ – уходящие газы; 1, 6 – насосы соответственно СПГ и морской воды; 2, 3 – теплообменные аппараты соответственно испаритель СПГ и охладитель УГ (нагреватель природного газа); 4 – ТД; 5, 7 – электрогенераторы

Выводы. В процессе регазификации СПГ при параллельной работе ГТУ с ТУК возможно получить около 10 000 кВт электроэнергии, за счет подвода большого количества теплоты уходящих газов перед турбодетандером, но при этом расширить газ потребуется до 0,6 МПа, что не характерно для параметров газа в магистральном трубопроводе. Так же возникает необходимость регулировать нагрузку энергооборудования с учетом непостоянности расхода СПГ. Наиболее эффективным по термодинамике является схема с двигателем Стирлинга, позволяющая сгенерировать 3 700 кВт электроэнергии, но реализация данного варианта затруднена технологически. Вариант использования этанового контура, работающего по циклу Ренкина, позволяет выработать 1 500 кВт электроэнергии. Количество сгенерированной энергии не является показателем эффективности работы комплекса регазификации по

предложенным схемам, т.к. не учитывает энергозатраты, капитальные затраты и график загрузки терминала, но позволяет выявить достоинства и недостатки предлагаемых вариантов на этапе проектирования.

Литература:

1. IGU World LNG Report [Electronic resourc]. — 2017. – Access mode: https://www.igu.org/sites/default/files/103419-World_IGU_Report_no%20crops.pdf (last access: 5.04.17). – Title from the screen.
2. **Пятничко А. И.** Использование холода сжиженного природного газа для получения полезной энергии при его регазификации [Текст] / А. И. Пятничко, Л. Р. Онопа, Г. В. Жук // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2012. – № 5. – С. 54-59.
3. **Пат. 55853 Україна, МПК^{51}F17C7/00.** Спосіб регазифікації зрідженого природного газу з виробленням електроенергії / О. І. П'ятничко, Г. В. Жук, Л. Р. Онопа; власник Інститут газу Національної академії наук України. – № 201007845; заявл. 23.06.2010; опублік. 27.12.2010, Бюл. № 24.
4. **Пат. 93473 Україна, МПК^{51}F25B9/06.** Спосіб утилізації холоду зрідженого природного газу при його регазифікації з виробленням електроенергії /М.С. Бондаренко, М.О. Чеплюха; власник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № 201313911; заявл. 29.11.2013; опублік. 10.10.2014, Бюл. № 19.
5. **Бондаренко М.С.** ГТУ в складі регазифікаційного комплексу LNG–терміналу [Текст] / М.С. Бондаренко, М.О. Чеплюха // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 8 (105). – С. 151-155.

УДК 621.57

ТЕПЛОНАСОСНАЯ ЭЖЕКТОРНАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА

Радченко Н.И, д-р техн. наук, проф, Калиниченко И.В., преподаватель
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

В качестве главных двигателей на большинстве транспортных судов применяются малооборотные дизели (МОД). Известно, что с повышением температуры наружного воздуха, соответственно и воздуха в машинном отделении (МО) на входе дизеля (наддувочного турбокомпрессора –ТК) его топливная эффективность ухудшается. Так, с увеличением на 10 ºС температуры воздуха на входе МОД удельный расход топлива b_e возрастает на 0,5…0,7 % [1, 2].

Значительные изменения в течение рейса температуры наружного воздуха и воздуха в МО на входе ТК, а также забортной воды, охлаждающей наддувочный воздух после ТК, остро ставят проблему охлаждения воздуха на входе с целью поддержания его высокой экономичности. Возрастание при этом температуры отходящих газов и соответствующих потерь теплоты делает целесообразным ее трансформацию в холод теплоиспользующей холодильной машиной (ТХМ) и его использование для охлаждения воздуха на входе ТК [1, 2]. Конструктивно наиболее простой и надежной в эксплуатации является эжекторная холодильная машина (ЭХМ), в которой функцию компрессора выполняет эжектор.

Эксплуатация судна в разных климатических зонах в течение рейса сопровождается изменением тепловой нагрузки на систему охлаждения и, соответственно, на ТХМ, в частности, эжекторного типа [3]. При высоких тепловых нагрузках на отдельных участках рейса используемого в ЭХМ теплового потенциала может оказаться недостаточно. С целью повышения потенциала теплоты, используемой в ЭХМ, весьма перспективным представляется применение тепловых насосов (ТН), поскольку на судах всегда имеется множество разнообразных источников низкопотенциальной теплоты.

Выполнен анализ эффективности охлаждения воздуха на входе МОД транспортного судна в ЭХМ с бустерным тепловым насосом повышения потенциала используемой теплоты.

При этом теплота отходящих газов используется в паровом утилизационном котле (УК), а теплота водяного пара – на покрытие нужд судовых потребителей (20…30 % в теплое время) и в ЭХМ (70…80 %) для получения холода. Применение в ЭХМ низкокипящих рабочих тел (НРТ)-хладонов позволяет охлаждать воздух на входе МОД до сравнительно низких температур 15…20 ºС без необходимости поддержания вакуума в испарителе НРТ-воздухоохладителе (И-ВО).

Поскольку в течение рейса меняются температура $t_{нв}$ и влажность $\varphi_{нв}$ наружного воздуха, соответственно воздуха в машинном отделении (МО), т.е. на входе охладителя воздуха, которую принимают на 10 ºС выше, чем наружного воздуха $t_{нв}$ [1, 2], то снижение температуры воздуха в охладителе $\Delta t_в$ на входе ТК и соответствующее сокращение потребления топлива МОД следует определять для судна на конкретной рейсовой линии.

В качестве примера рассмотрен балкер типа "Киев" с главным двигателем 8S50ME-C7.1-TII MAN [2] (номинальная мощность $N_н$ = 12640 кВт, эксплуатационная $N_э$ = 10580 кВт) и рейсовая линия Мариуполь-Амстердам-Мариуполь.

Холодопроизводительность ЭХМ Q_0 определяют исходя из располагаемой теплоты отходящих газов $Q_г$ как $Q_0 = \zeta Q_г$, где ζ – тепловой коэффициент ЭХМ, ζ = 0,30…0,35 при использовании в качестве греющей среды пара (температура $t_г$ кипения хладона R142b $t_г$ = 110…120 ºС) и $\zeta \approx 0,2$ в случае горячей воды ($t_г$ = 80…90 ºС).

Расход воздуха $G_в$·рассчитывают по программе фирмы MAN в зависимости от температуры воздуха $t_{в2}$ на входе ТК [2]. 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 °С).

Показано, что на участке протяженностью 2000…2500 км прямого и обратного рейсов (Одесса-Порто и Порто-Одесса) при повышенных температурах $t_{нв}$ имеет место 20…40 % дефицит холода: ΔQ_0 "> 100 %. Для его покрытия необходимо использовать дополнительные источники теплоты.

Такими дополнительными источниками может быть теплота конденсата с температурой $t_{кт}$ = 70…90 ºС, обычно отводимая забортной водой в охладителе конденсата перед его подачей в теплый ящик с температурой $t_{кт}$ = 50…60 ºС. Это требует повышения его теплового потенциала до температуры $t_{кт}$ = 90…95 ºС, соответствующей температуре кипения НРТ в генераторе ЭХМ $t_г$ = 80…90 ºС. В качестве такого бустерного нагревателя конденсата можно использовать тепловой насос. Разработаны схемы систем охлаждения.

Расчеты по программе mandieselturbo [2] для МОД фирмы MAN показали, что использование теплоты уходящих газов в ЭХМ для охлаждения воздуха на входе ТК судового МОД обеспечивает сокращение удельного расхода топлива в летние месяцы на разных участках рейсовой линии Мариуполь–Амстердам–Мариуполь на 1,5…2,5 г/(кВт·ч). При этом снижение температуры воздуха на входе ТК МОД на величину $\Delta t_в$ = 10 ºС приводит к уменьшению удельного расхода топлива b_e примерно на 1,2 г/(кВт·ч).

Впервые предложено повышение теплового потенциала отработанного конденсата с целью его использования в ЭХМ охлаждения воздуха на входе судового МОД с применением теплового насоса в качестве бустерного нагревателя.

Список использованной литературы

[1]. Influence of Ambient Temperature Conditions. Main engine operation of MAN B&W two-stroke engines [Text] // MAN Diesel & Turbo. – Copenhagen, Denmark, 2010. – 17 p.

[2]. MAN B&W ME/ME-C/ME-GI/ME-B-TII engines [Electronic resource]. – Copenhagen, Denmark: MAN Diesel. – 2010. – 357 p. – Access mode: http://www.mandieselturbo.com /download/project_guides_tier2/printed/s90mcc8.pdf.

[3]. Радченко, Р.Н. Анализ альтернативных вариантов охлаждения циклового воздуха малооборотного дизеля транспортного судна [Текст] / Р.Н. Радченко // Авиационно-космическая техника и технология. –2014, № 5 (112). – С. 104–108.

УДК 621.57

ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩЕЕ ОХЛАЖДЕНИЕ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА СУДОВОГО ГЛАВНОГО ДИЗЕЛЯ

Богданов Н.С, аспирант,
Национальный университет "Одесская морская академия", Украина,

В качестве главных двигателей на большинстве транспортных судов применяются малооборотные дизели (МОД). Повышенные температуры наружного воздуха и соответственно воздуха в машинном отделении (МО), откуда он поступает на всасывание наддувочного турбокомпрессора (ТК) МОД, а также забортной воды в системе охлаждения наддувочного воздуха приводят к ухудшению термодинамической эффективности МОД: падению эффективных КПД и мощности, возрастанию удельного расхода топлива b_e. Так, с повышением температуры наддувочного воздуха на 10 °С эффективный КПД МОД уменьшается примерно на 0,5 %, а удельный расход топлива b_e возрастает на 1,0...1,2 г/(кВт·ч) [1–3].

Ухудшение топливной эффективности судовых МОД с повышением температуры наддувочного воздуха привело к поиску путей его охлаждения при высоких температурах охлаждающей забортной воды, в частности, теплоиспользующими холодильными машинами (ТХМ). Веским аргументом в пользу такого решения проблемы является падение потребности судна в тепловой энергии до 20…25 % производительности утилизационного котла (УК) при плавании судна в теплых климатических условиях [3]. Вполне логичным представляется использование высвобождаемой тепловой энергии в ТХМ для

производства холода. В ряде публикаций показана целесообразность использования теплоты, отводимой в охладителе наддувочного воздуха (ОНВ), для снижения температуры наддувочного воздуха с помощью ТХМ [4, 5].

Топливная эффективность охлаждения наддувочного воздуха (сокращение удельного расхода топлива) зависит от величины снижения его температуры $\Delta t_в$, которая, в свою очередь, помимо климатических условий плавания (температуры наружного воздуха и забортной воды), зависит еще и от располагаемой сбросной теплоты МОД и эффективности ее трансформации в холод, т.е. типа ТХМ. При изменении в течение рейса климатических условий меняется тепловая нагрузка системы охлаждения, т.е. требуемый для охлаждения воздуха расход холода Q_0 , получаемого в ТХМ, соответственно, и затраты теплоты $Q_г$, трансформируемой в холод. Последние, в свою очередь, должны покрываться за счет располагаемой теплоты $Q_{г.р}$ наддувочного воздуха, отводимой в $ОНВ_{ВТ}$, объемы которой зависят от глубины утилизации теплоты, определяемой температурой воздуха $t_{г2}$ на выходе из $ОНВ_{ВТ}$.

Тепловой расчет ОНВ такой теплоиспользующей системы охлаждения (ТСО) наддувочного воздуха должен производиться исходя из тепловой нагрузки, с одной стороны, соответствующей затратам теплоты $Q_{г.}$ на получение в ТХМ холода Q_0 , достаточного для охлаждения воздуха в соответствии с климатическими условиями эксплуатации на конкретной рейсовой линии, а с одной стороны, не превышающей объемов располагаемой теплоты наддувочного воздуха $Q_{г.р}$. В противном случае проектирование ОНВ на завышенную тепловую нагрузку (более низкую температуру воздуха $t_{г2}$ на выходе из $ОНВ_{ВТ}$ при неизменных поперечных сечениях), превосходящую требуемые затраты теплоты $Q_г$ на охлаждение воздуха, вызовет неоправданное возрастание поверхности $ОНВ_{ВТ}$, соответственно, и потерь мощности двигателя на преодоление аэродинамического сопротивления $ОНВ_{ВТ}$ и всего ОНВ.

И наоборот, при заниженной расчетной тепловой нагрузке, соответственно и поверхности $ОНВ_{ВТ}$, последней будет недостаточно для требуемого снижения температуры воздуха в соответствии с климатическими условиями эксплуатации в течение рейса, что приведет к сокращению получаемого эффект от охлаждения в виде снижения расхода топлива.

Рассмотрена теплоиспользующая система охлаждения наддувочного воздуха включает трехступенчатый воздухоохладитель: первую ступень, отводящую теплоту высокого потенциала от наддувочного воздуха после турбонагнетателя (так называемую теплоиспользующую, или когенерационную ступень), вторую традиционную ступень, использующую в качестве хладоносителя забортную воду, и третью ступень, использующую холод, генерируемый хладоновой эжекторной холодильной машиной, утилизирующей теплоту наддувочного воздуха, отводимую в первой ступени. Тепловая нагрузка первой высокотемпературной ступени охладителя наддувочного воздуха представляет собой источник теплоты для получения холодопроизводительности, расходуемой на глубокое охлаждение наддувочного воздуха в низкотемпературной ступени эжекторной холодильной машиной теплоиспользующей системы охлаждения.

Показано, что располагаемой теплоты наддувочного воздуха достаточно для покрытия ее затрат на дополнительное охлаждение наддувочного воздуха от температуры воздуха после традиционного охладителя забортной водой до минимальной (с учетом температурных напоров) температуры, что обеспечивает сокращения потребления топлива двигателем.

Определена рациональная температура наддувочного воздуха после отвода от него теплоты в высокотемпературной ступени охладителя наддувочного воздуха, лимитирующая количество теплоты, используемой хладоновой эжекторной холодильной машиной для глубокого охлаждения наддувочного воздуха в низкотемпературной ступени охладителя наддувочного воздуха судового малооборотного дизеля для климатических условий эксплуатации судна на рейсовой линии.

В результате расчетов показано, что для охлаждения наддувочного воздуха до потенциально возможной минимальной температуры $t_{в2}$ = 22 °С в течение рейса из Одессы до Йокогамы с помощью ЭХМ (тепловой коэффициент = 0,27) вполне достаточно теплоты $Q_{г.р}$, отводимой от воздуха в $ОНВ_{ВТ}$ при его температуре на выходе из $ОНВ_{ВТ}$ $t_{г2}$ = 140 °С. При этом на протяжении всего рейса уменьшение удельного расхода топлива составляет Δb_e = 2,0…3,0 г/(кВт·ч), а абсолютная экономия потребления топлива $\Delta B_{т.22}$ за рейс составляет около 17 т (примерно 1,6 %) для МОД 6S60MC6.1-TI мощностью 10 МВт.

Список использованной литературы

[1] Influence of Ambient Temperature Conditions. Main engine operation of MAN B&W two-stroke engines [Text] // MAN Diesel & Turbo. – Copenhagen, Denmark, 2010. – 17 p.

[2] Thermo Efficiency System (TES) for reduction of fuel consumption and CO_2 emission [Electronic resource] // MAN B&W Diesel A/S. – Copenhagen, Denmark, 2005. – Access mode: http://www.mandieselturbo.de/files/news/filesof5055/ P3339161.pdf. – 10.03.2014.

[3] MAN B&W ME/ME-C/ME-GI/ME-B-TII engines [Electronic resource]. – Copenhagen, Denmark : MAN Diesel. – 2010. –357 p. – Access mode: http://www.mandieselturbo.com/download/project_guides_tier2/printed/s90mcc8.pdf

[4] **Андреев А.А.** Теплоиспользующая система охлаждения наддувочного воздуха судового

малооборотного дизеля [Текст] / А.А. Андреев, Н.И. Радченко, А.А. Сирота // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 1 (98). – С. 66 – 70.

[5] **Радченко, Р.Н**. Основы рационального проектирования системы охлаждения наддувочного воздуха судового малооборотного дизеля эжекторным термотрансформатором [Текст] / Р.Н. Радченко, Н.С. Богданов, И.В. Калиниченко //Авиационно-космическая техника и технология. – 2015. – № 5(122). – С. 65–68.

УДК 621.577

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ПРИМЕНЕНИЕМ АЕРОТЕРМОПРЕСОРА В КОНТУРАХ ПЕРЕРАСШИРЕНИЯ

Коновалов Д.В., к.т.н., доц., Кобалава Г.А., аспирант
Херсонский филиал Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова, Украина

Газотурбинные двигатели широко применяются в стационарной, транспортной (судовой) энергетике. Турбины малой мощности (до 1 МВт) применяются в установках автономного энергообеспечения и на малотоннажных судах, в том числе, на судах на воздушной подушке, в качестве судовой электростанции. Так например, на судне типа "Зубр" применяются турбины малой мощности ГТГ-100К (N_e = 100 кВт). Энергетическая установка состоит из приводных агрегатов суммарной мощностью 40 МВт для поддержания хода судна и автономной электростанции мощностью 400 кВт, на базе ГТГ-100К. Основным преимуществом газотурбинных установок (ГТУ), по сравнению с поршневыми двигателями внутреннего сгорания, является возможность политропного расширения рабочего тела (продуктов сгорания) до атмосферного давления. Одним из способов повышения эффективности ГТУ является дополнительное расширение продуктов сгорания ниже атмосферного давления во вспомогательной турбине (турбине перерасширения), которая устанавливается после основной (силовой) турбины. Полученная в турбине перерасширення мощность расходуется на сжатие уходящих газов до атмосферного давления компрессором, а избыточная мощность (более потребляемой компрессором) может передаваться на гребной вал или использоваться для привода электрогенератора [1].

В современной судовой энергетике широко используются процессы, в которых движение газа по каналам происходит при различных воздействиях: изменение площади проходного сечения канала, обмен энергией с окружающей средой путем теплопередачи, трения о стенки канала, изменение расхода газа в результате подвода жидкости в поток, сложный процесс механического и теплового взаимодействия капель жидкости с потоком газа и др. При интенсивном отводе теплоты и соответствующей организации рабочего процесса оказывается возможным увеличение полного давления газового потока. При этом его сжатие происходит за счет преобладающего теплового воздействия (отвода теплоты) по сравнению с потерями давления на трение. Аппарат, в котором увеличение полного давления газа происходит за счет отвода от него теплоты, получил название термопрессора [2]. Отвод теплоты от газового потока может осуществляться путем теплопередачи через стенки канала (бесконтактным способом) или в процессе испарения жидкости которая впрыскивается в газовый поток (контактное или испарительное охлаждение), движущегося с околозвуковой скоростью. Возможность протекания процесса испарительного охлаждения газа с повышением полного давления потока впервые была доказана Л.А. Вулисом в 1946 году [3]. Вопросам теории рабочих процессов, конструирования и проектирования термопрессоров посвящены работы [4-6].

В работе [7] приведены результаты теоретического исследования применения термопресорного сжатия в контуре перерозширення ГТУ совместно с дополнительным охладителем газа и дожимающим компрессором. Основной силовой несущей частью корпуса корабля типа "Зубр", которая обеспечивает прочность и плавучесть, является понтон прямоугольной формы. Надстройка, находится на понтоне и двумя продольными переборками разделена на три функциональных объема. В средней части размещен отсек десантной техники с танковыми дорожками и аппарелями. В бортовых отсеках размещены главные и вспомогательные энергоустановки, помещения личного состава десанта, жилые помещения, системы обеспечения жизнедеятельности и защиты от средств массового поражения. Для поддержания комфортных условий на боевых постах, в помещениях десанта и жилых помещениях экипажа предусмотрены системы вентиляции, кондиционирования и отопления, теплозвукоизолирующие покрытия, конструкции из вибродемпфирующего материала. Все это указывает на ограниченность места и невозможность установления в машинном отделении дополнительного оборудования. Вместе с тем, термопресор является достаточно компактным аппаратом, который сочетает в себе такие функции как сжатия и глубокое охлаждение газа, поэтому очевидным является применение его в контуре перерасширення ГТУ в качестве компрессора и охладителя одновременно.

Целью данного исследования является оценка эффективности применения термопресорного повышение давления в контуре перерасширення судовой газотурбинной установки малой мощности.

Анализ результатов исследования

Схема дополнительного контура ГТУ с турбиной перерозширення и цикл такой установки показаны на рис. 1. Принцип работы установки заключается в следующем: газ с давлением P_4, равном атмосферному, и высокой температурой (400...600 °С) после главной ГТУ поступает на вспомогательную турбину, где политропно расширяется до давления $P_5 = 0{,}35 \cdot 10^5$ Па (процесс 4-5 на рис. 1, б). С целью уменьшения работы сжатия в компрессоре газ охлаждают в холодильнике (процесс 5-6). Вследствие наличия аэродинамического сопротивления ΔP в теплообменном аппарате – давление $P_6 < P_5$. Холодный газ с температурой $t_3 = 50$ °С [1] (в зависимости от температуры охлаждающей среды) сжимается турбокомпрессором до атмосферного давления (политропный процесс 6-7). На *T-S* – диаграмме (рис. 1, *б*) изобарный процесс 7-1, замыкающий цикл, является условным.

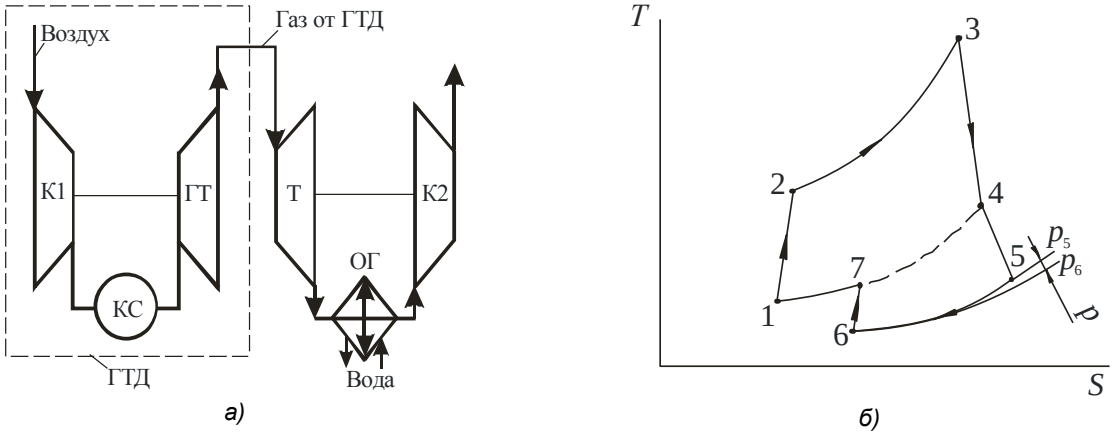


Рис. 1. Схема (*а*) и цикл (*б*) установки с турбиной перерасширения: ГТ – турбина ГТУ; КС – камера сгорания; Т – турбина перерасширения; К1, К2 – компрессор; ОГ – охладитель газа

Охладитель газа ОГ и компрессор К2 можно заменить компактным термопрессорным аппаратом, который сочетает в себе сразу несколько функций: охлаждение (ОГ) и сжатия (К2) (рис. 2,а). Термопрессор представляет собой струйный аппарат, состоящий из сопла и диффузора. К соплу подводится газ с высокой температурой. При истечении из сопла, давление газа уменьшается, а скорость увеличивается до числа Маха 0,5...0,9. В высокоскоростной газовый поток, на выходе из сопла, впрыскивают воду форсункой тонкого распыла. За счет мгновенного испарения капель происходит интенсивное охлаждение газа (термогазодинамический эффект). В диффузоре скорость газа уменьшается, а давление увеличивается.

В установке с термопресорным сжатием в контуре перерасширення газ после ГТУ поступает, как и в предыдущем случае, во вспомогательную турбину Т, где политропно расширяется до давления P_2 (процесс 4-5 на рис. 2, *б*).

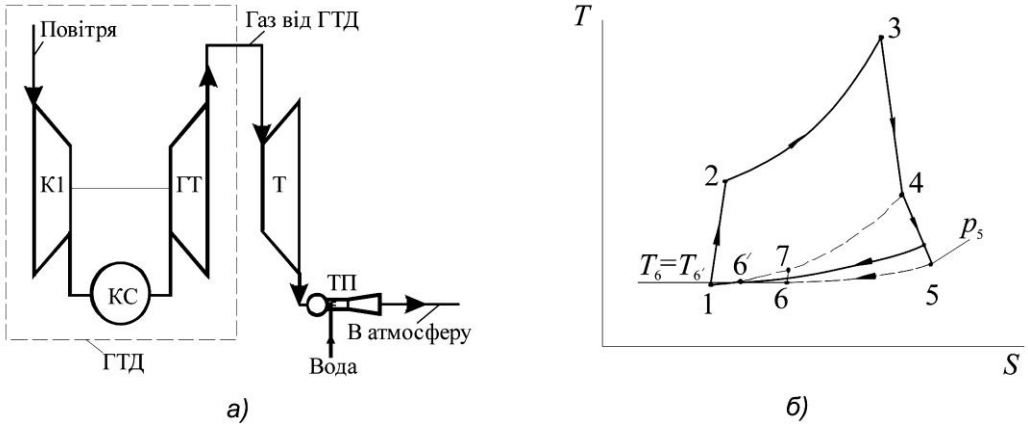


Рис. 2. Схема (*а*) и цикл (*б*) установки с турбиной перерасширения и термопрессором: ГТ – турбина ГТУ; КС – камера сгорания; Т – турбина перерасширення; К1, К2 – компрессор; ТП – термопрессор

В сопле термопрессора газ адиабатно расширяется до более низкого давления и сжимается в диффузоре аппарата до давления $P_6' = P_{атм} > P_6$ (процесс 5'-6'). Линия 5'-6 представляет собой условный процесс сжатия газового потока в термопрессоре. При этом общий расход газа возрастает на величину, равную количеству воды, которая впрыскивается в поток. При обеспечении в термопрессором такой же глубины охлаждения, как и в охладителе газа, температуры на выходе будут равны: $T_6' = T_6 = 50$ °С.

Действительная работа расширения газа в турбине термопрессионного контура описывается следующим уравнением [4]:

$$H_{\text{т}} = c_{\text{рг}} T_1 (1 - \pi_{\text{т}}^{-m_{\text{т}}}) \eta_{\text{т}},$$

где $c_{\text{рг}}$ – удельная теплоемкость газа; $\pi_{\text{т}} = P_4/P_5$ – степень расширения в турбине; $\eta_{\text{т}}$ – кпд турбины; $m_{\text{т}} = (k_{\text{г}} - 1)/k_{\text{г}}$; $k_{\text{г}}$ – показатель адиабаты для газа.

Работа компрессора в случае отсутствия термопрессора определяется из выражения [4]:

$$H_{\text{к}} = c_{\text{рг}} T_3 (\pi_{\text{к}}^{m_{\text{к}}} - 1) \eta_{\text{к}},$$

где □к = P_7/P_6 – степень сжатия в компрессоре; $\pi_{\text{к}}$ – КПД компрессора; $m_{\text{к}} = (k_{\text{г}} - 1)/k_{\text{г}}$;

В термопрессоре в газовый поток впрыскивается жидкость, что увеличивает расход газа и соответственно работу компрессора:

$$H_{\text{к}} = (1 + g) c_{\text{рпг}} T_3 (\pi_{\text{к}}^{m_{\text{к}}} - 1) \eta_{\text{к}},$$

где g – массовая доля жидкости, впрыскиваемой в газ в темопрессоре; $c_{\text{рпг}}$ – удельная теплоемкость парогазовой смеси, которая может быть определена по следующей зависимости:

$$c_{\text{рпг}} = g_{\text{г}} c_{\text{рг}} + g_{\text{п}} c_{\text{рп}},$$

где $g_{\text{г}}$, $g_{\text{п}}$ – массовые доли газа и пара в смеси; $c_{\text{рп}}$ – удельная теплоемкость пара.

С учетом этого полезная работа, которая может быть получена в термопрессорном контуре:

$$H_{\text{п}} = H_{\text{т}} - H_{\text{к}}.$$

Гиравлическое сопротивление охладителя газа расчитывалось по формуле А.А. Гоголина [9]:

$$\Delta P_{\text{ог}} = 0{,}074 \, (L / d_{\text{э}}) (w_{\text{г}} \cdot \rho_{\text{г}})^{1{,}7},$$

где L – длина канала; $d_{\text{э}}$ – эквивалентный геометрический размер; $w_{\text{г}}$ – скорость газа; $\rho_{\text{г}}$ – плотность газа.

Расчеты показывают, что гидравлическое сопротивление тручато-пластинчатых теплообменных аппаратов с коридорным расположением трубок в газотурбинной установке перерасширения не превышает 600 Па.

Было проанализировано работа термопрессорного газотурбинного контура в составе следующих ГТУ (табл. 1): ГТГ100К ("НПКГ "Зоря"-"Машпроект", Украина), CapstoneC200 ("Capstone Turbine Corporation", США), Toyota 300A ("Toyota turbine system", Япония).

Таблиця 1. Характеристики ГТУ

ГТУ	ГТГ100К	Capstone C200	Toyota 300A
Фирма-производитель	"НВКГ "Зоря"-"Машпроект", Украина	"Capstone Turbine Corporation", США	"Toyota turbine system", Япония
Мощность N_{e}, кВт	100	200	300
КПД η_{e}, %	14,6	19,0	22,5
Удельный расход топлива b_{e}, г/кВт·ч	575	442	373
Расход воздуха $G_{\text{п}}$, кг/с	1,36	1,85	2,30
Степень повышения давления $\pi_{\text{к}}$	5,5	3,5	7,5
Температура газа перед турбиной T_3, К	1093	1089	1350

Исходные данные для расчета: температура и расход газа за ГТУ принималась в соответствии с характеристиками ГТУ (рис. 3), приведенными в зависимости от температуры воздуха на входе в компрессор ГТУ. Температура газа за термопрессором принималась равной t_6' = 50 □С. Характеристики термопрессора рассчитывались с помощью разработанного программного комплекса на основе известных методик [3-5].

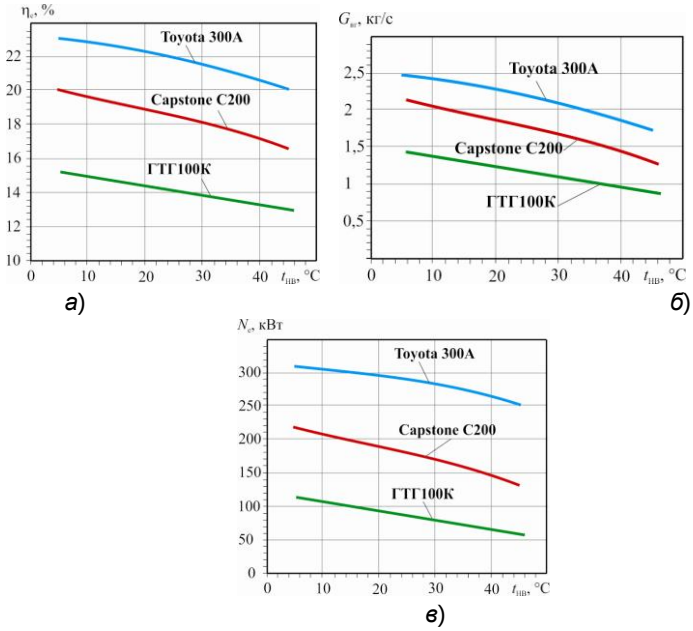


Рис. 3. Зависимости КПД η_e (*а*), расхода уходящих газов $G_{уг}$ *(б)*, эффективной мощности N_e (*в*) ГТУ от температуры воздуха на входе $t_{НВ}$ для различных ГТУ

Применение турбины перерасширення снижает температуру газа $t_{г2}$ на выходе из ГТУ на 50...60 ºС (рис. 4), однако, тепловой потенциал уходящих газов для применения в термопрессоре достаточно большой: ГТГ100К – $t_{г2}$ = 440...480 ºС, Capstone C200 – 420...470 ºС, Toyota 300A – 400...440 ºС. При срабатывании в термопрессоре перепада температур по уходящим газам (снимаемого перегрева $\Delta t_{ТП}$), от температуры $t_{г2}$ на входе – до 50 ºС на выходе из термопрессора, возможно получение значительного увеличения давления (рис. 5).

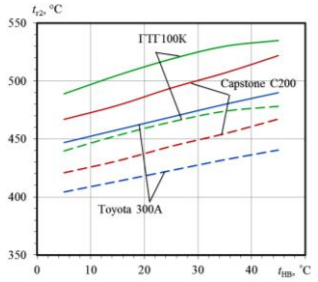


Рис. 4. Зависимости температуры уходящих газов за ГТУ $t_{г2}$ от температуры воздуха на входе $t_{НВ}$ для различных ГТУ:
_____ – без турбины перерасширения; _ _ _ _ – с турбиной перерасширения

Увеличение давления в термопрессоре составляет для ГТГ100К – ΔP = 36...40 %, Capstone C200 – 35...38 % , Toyota 300A – 32...36 %. Достаточно большой перепад давления объясняется, большим перепадом температур в термопрессоре, который составляет $\Delta t_{ТП}$ = 350...430 ºС. Увеличение давления в термопрессоре позволяет снизить давление за турбиной перерасширения $P_{ТП2}$ (рис. 5, б): ГТГ100К – (0,725...0,745) · 10^5 Па, CapstoneC200 – (0,730...0,755) · 10^5 Па, Toyota 300A – (0,745...0,765) · 10^5 Па. Это позволяет увеличить степень расширения турбины $\Delta_{тп}$ с соответствующим увеличением работы на рабочих лопатках и мощности турбины $N_т$ (рис. 6): ГТГ100К – 60...70 кВт, Capstone C200 – 75...90 кВт, Toyota 300A – 95...105 кВт. При температурах $t_{НВ}$ = 15...20 ºС видно, что значение мощности максимальное, что объясняется противоположным поведением величин от которых зависит $N_т$: расход отходящих газов $G_г$ при увеличении $t_{НВ}$ уменьшается, а температура $t_{г2}$ увеличивается с соответствующим увеличением давления ΔP в термопрессоре.

Получение дополнительной мощности в турбине прерасширения увеличивает общую мощность ГТУ по сравнению с базовой (рис. 7): ГТГ100К – 25...37 кВт (35...45 %), CapstoneC200 – 35...50 кВт (20...25%), Toyota 300A – 50...65 кВт (20...25%). Массовая доля воды, впрыскиваемая в термопрессор составляет G_w = 0,03...0,10. Из рис. 7, можно сделать вывод о том, что применение термопрессора совместно с турбиной

перерасширення более эффективно при небольших мощностях ГТУ, поскольку турбинам такого типа соответствует более высокие температуры газа на выходе $t_{г2}$, а от сюда, и более высокие значения ΔP.

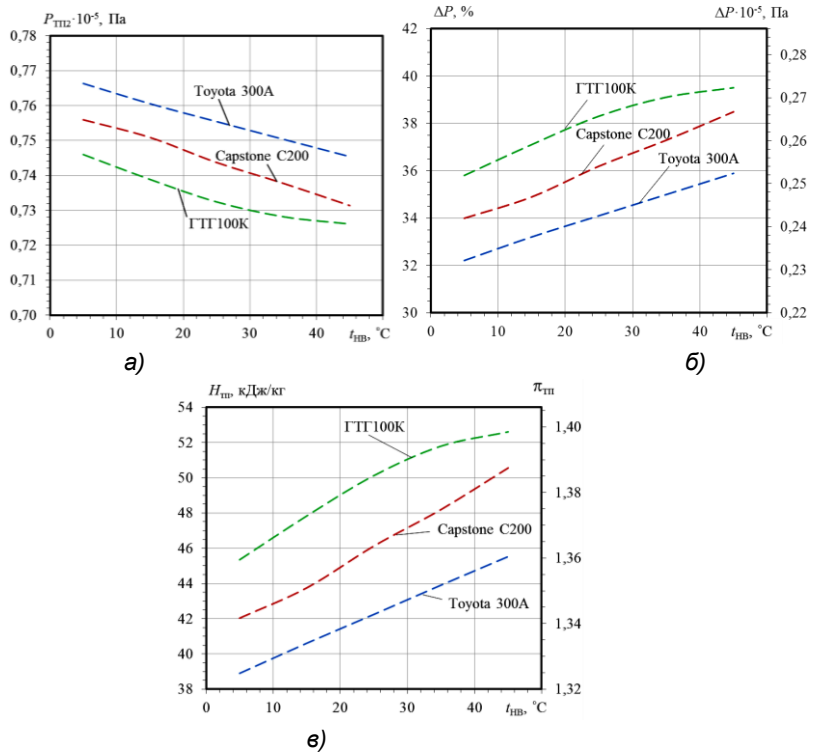


Рис. 5. Зависимости давления на выходе из турбины перерасширения (вход в сопло термопресора) $P_{ТП2}$ (*а*), увеличение давления в термопрессоре (термогазодинамическая компрессия) ΔP (*б*), работы турбины перерасширения $H_{ТП}$ и степени расширения турбины $\pi_{тп}$ (*в*) от температуры воздуха на входе $t_{НВ}$ для различных типов ГТУ

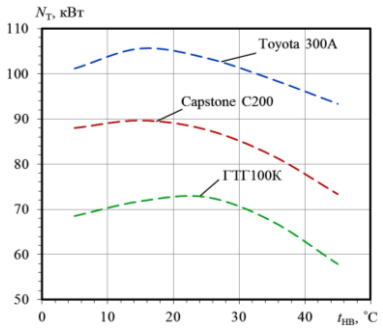


Рис. 6. Зависимости мощности турбины перерасширения $N_т$ от температуры воздуха на входе $t_{НВ}$ для различных типов ГТУ

Необходимо также добавить, что результаты теоретического исследования хорошо согласуются с экспериментальными данными, полученными в работах [2, 4], где показано увеличение давления уходящих газов ГТУ термопрессорными аппаратами на 10...25%.

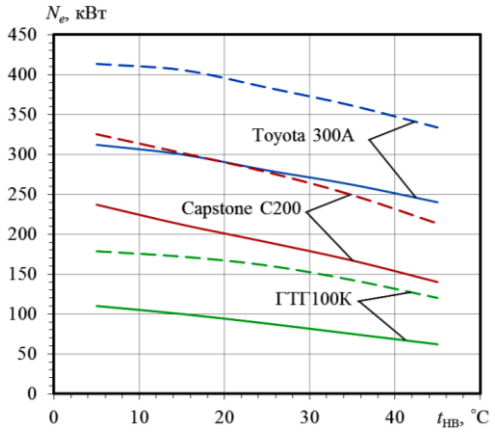


Рис. 7. Зависимости мощности N_e ГТУ от температуры воздуха на входе $t_{НВ}$ для различных типов ГТУ:
_____ – без турбины перерасширения; ____ –с турбиной перерасширення

Выводы

1. Использование в ГТУ энергии продуктов сгорания путем их расширения ниже атмосферного давления в дополнительной турбине перерасширения, которая устанавливается после основной (силовой) турбины, с последующим повышением давления в термопрессоре обеспечивает увеличение мощности ГТУ на 20...25%.

2. Применение термопрессорного сжатия позволяет совместить в одном аппарате (термопрессоре) сразу несколько функций: сжатие (компрессор) и охлаждение (охладитель газа), что в свою очередь, дает возможность применить перерасширення газа в ГТУ на специализированных судах на воздушной подушке, где установка дополнительного оборудования весьма проблематична из-за ограниченного объема машинного отделения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Bianchi, M.* A feasibility study of inverted Brayton cycle for gas turbine repowering [Текст] / *M. Bianchi, G. Negri di Montenegro, A. Peretto, P.R Spina.* // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2003. – Paper GT-2003-38186. – 8 p.

2. *Ерофеев, В.Л.* Экспериментальное исследование термопрессора [Текст]/ *В.Л. Ерофеев* // Тр. ленинградского ин-та водного транспорта. Судовые энергетические установки и техническая эксплуатация флота. – 1974. – вып. 147. – С. 25–30.

3. *Вулис, Л.А.* Термодинамика газовых потоков [Текст] / *Л.А. Вулис* – М.:Л.: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

4. *Степанов, И.Р.* Некоторые задачи движения газа и жидкости в каналах и трубопроводах энергоустановок [Текст] / *И.Р. Степанов, В.И. Чудинов* – Л.: Наука, 1977. – 200 с.

5. *Живица, В.И.* Промежуточные охладители с термопрессором для двухступенчатых аммиачных холодильных установок [Текст] / В.И. Живица // Холодильная техника. – 2002. – № 5. – С.18-20.

6. *Живица, В.И.* Интенсификация процессов в контактных охладителях аммиачных холодильных установок [Текст] / В.И. Живица // Холодильная техника и технология. – 2002. – № 2 (76). – С. 24-28.

7. *Коновалов, Д.В.* Газотурбинный двигатель простого цикла с турбиной перерасширения и термопрессором [Текст] / Д.В. Коновалов, А.Н. Радченко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10 (674). – С. 98–101.

8. *Бойко, А.В.* Массовые показатели эжекторного низкотемпературного трансформатора сбросного тепла газотурбогенераторов судна на воздушной подушке [Текст] / А.В. Бойко, Н.И. Радченко, А.А. Лехмус // Сталий розвиток і штучний холод. Зб. наукових праць VIII Міжнародної науково-технічної конференції. – 2012. - №4(138). – С. 489-493.

9. *Захаров, Ю.В.* Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины [Текст] / *Ю.В Захаров*. – СПб.: Судостроение, 1994. – 504 с.

УДК 621.577

ТЕРМОПРЕССОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ СУДОВЫХ ДВС

Коновалов Д.В., к.т.н., доцент, Джуринская А.А., преподаватель

Сейчас в энергомашиностроении существует несколько методологических подходов к системам охлаждения наддувочного воздуха двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Первый подход заключается в применении поверхностных воздухоохладителей, в которых охлаждение воздуха осуществляется водой через ребристую стенку. Теплообменная поверхность представляет собой трубчато-пластинчатую или трубчато-ребристую конструкцию.

Второй подход заключается в применении многоступенчатых (двух- или трех-) когенеративных охладителей наддувочного воздуха (ОНВ). В таких ОНВ в первых ступенях теплота воздуха, имеющего высокую температуру после сжатия в турбокомпрессоре, применяется для подогрева теплоносителя систем отопления, горячего водоснабжения, подогрева танков топлива, масла и нефтепродуктов (на судах морского транспортного и танкерного флота) или генератору теплоиспользующих холодильных машин (ТХМ) систем комфортного и технологического кондиционирования воздуха. Окончательное охлаждение воздуха осуществляется водой в поверхностных ОНВ.

Третьим методологическим подходом является применение термопрессорных систем охлаждения, где теплота наддувочного воздуха применяется для сжатия и охлаждения самого воздуха (термогазодинамический эффект). Этот эффект заключается в повышении давления в результате мгновенного испарения диспергированной жидкости, впрыскиваемой в ускоренный поток перегретого пара или газа (воздуха) [1].

В современной энергетике все более находит применение автономные когенеративные системы энергообеспечения. Основной задачей таких систем является обеспечение потребителей электрической и тепловой энергией. В составе главной энергетической установки как правило применяют дизель-генераторы на базе среднеоборотных первичных двигателей. Особенностью таких двигателей является достаточно высокий тепловой потенциал отходящих газов ($t_г$ = 350...400 ^oC) и наддувочного воздуха ($t_{нп}$ = 180...230 ^oC при $\pi_к$ = 3,0...4,5) [2].

Совершенствование систем современных ДВС, предназначенных для обеспечения оптимальных начальных параметров рабочего цикла, и прежде всего, системы турбонаддува является одним из резервов повышения энергетической эффективности ДВС. Уменьшение мощности привода турбокомпрессора наддувочного воздуха, обеспечит образование резерва мощности утилизационной турбины, которую можно использовать для увеличения массового заряда воздуха (подача турбокомпрессора), идущего в цилиндры двигателя, а следовательно и увеличение мощности двигателя или для привода электрогенератора [3, 4].

Одним из перспективных средств совершенствования системы турбонаддува является применение термопрессорных систем охлаждения. Основным элементом такой системы является термопрессорный аппарат, в котором осуществляется повышение давления воздуха в процессе мгновенного испарения воды, впрыскиваемой в воздушный поток, ускоренный до скорости, близкой к звуковой [2]. На испарение воды отводится теплота от наддувочного воздуха, как следствие, снижается температура. Термопрессор является достаточно компактным устройством, который по габаритам значительно выигрывает по сравнению с другими охладителями поверхностного или контактного типа и главное обеспечивает некоторое повышение давления, для воздушных систем может быть весьма значительным и составлять 20...30% [3, 4]. Сочетание нескольких процессов в термопрессоре – контактного охлаждения наддувочного воздуха и повышения давления, позволяет обеспечить сокращение затрат мощности компрессора.

Другим средством сокращения расходов мощностей компрессора является охлаждение воздуха на всасывании в турбокомпрессор [5, 6]. Это позволяет не только уменьшить работу компрессора на сжатие, но и уменьшить температуру наддувочного воздуха на нагнетании, а значит и уменьшить тепловые нагрузки на ОНВ.

В современных ДВС для снижения выбросов в атмосферу оксидов азота NO_x применяют специальные системы увлажнения наддувочного воздуха [2, 7]. Количество воды, которое подается в ДВС с наддувочным воздухом должно быть в 3 раза больше количества сжигаемого топлива. Температура наддувочного воздуха на входе в цилиндры двигателя составляет 50...70 ^oC, а влагосодержание – до 80 г/кг [7]. Такие параметры воздуха позволяют снизить эмиссию оксидов азота на 70...80%. Эффект обусловлен тем, что водяной пар вследствие высокой теплоемкости отбирает на парообразование значительное количество теплоты, что приводит к снижению температуры в камере сгорания. Несмотря на то, что скорость образования NO_x напрямую зависит от температуры, то чем больше водяного пара в смеси газов в цилиндре, тем ниже температура в зоне горения и меньше образуется оксидов азота.

В работе [9] приведены сочетание двух функций системы охлаждения наддувочного воздуха: контактное охлаждение наддувочного воздуха (до входа в компрессор и при сжатии в компрессоре), а также экологическое (с целью уменьшения эмиссии оксидов азота NO_x) увлажнения наддувочного воздуха на входе

в цилиндры ДВС. Предложен способ тонкого распыления воды в наддувочном воздухе термопрессора, то есть непосредственно в теплообменнике-термопресоре, благодаря турбулизации потока при высоких скоростях потока (число Маха М = 0,80...0,95) и уменьшение размеров капель в результате испарения.

Применение механических форсунок для организации распыления недостаточно эффективно, к тому же это приводит к дополнительным аэродинамическим сопротивлениям и конечно потерям давления, что уменьшает эффект от впрыскивания воды. С учетом этого термопрессорное охлаждение может позволить с одной стороны обеспечить интенсивное охлаждение воздуха, а с другой – обеспечит значительно более эффективное распыление воды в потоке газа с около звуковой скоростью.

Использование жидкости в термопрессоре, в случаях его установки за турбокомпрессором позволит полностью или частично исключить применение конструктивно более сложных систем увлажнения наддувочного воздуха типа CASS («Wartsila», Финляндия).

В работах [8, 9] были рассмотрены термопрессорные системы для охлаждения наддувочного воздуха главного судового двигателя, но воду для впрыскивания в термопрессоре предложено брать с внешней системы пресной воды или применять конденсат из дополнительного ОНВ за термопрессором. Установка дополнительного ОНВ необходима, поскольку температура воздуха за термопрессором достаточно высока и составляет 70...80^{o}С. Все это усложняет систему охлаждения и, к тому же, значительная часть влаги конденсируется в ОНВ, что в свою очередь снижает эффект от экологического увлажнения.

Учитывая вышеизложенное, сформулированы основные цели данного исследования – оценка целесообразности методологического подхода к охлаждению наддувочного воздуха среднеоборотного двигателя применением термопрессорной системы, которая соединила бы в себе несколько функций: дополнительное повышение давления, охлаждение и экологическое увлажнение воздуха.

На рис. 1 приведена система охлаждения и увлажнения наддувочного воздуха для стационарных модульных и судовых дизель-генераторов на базе среднеоборотных ДВС с применением термопрессора. Такая система включает в себя схему, где воздух перед всасыванием турбокомпрессором (ТК), охлаждается в воздухоохладителе (ПО) холодильной машины. В ТК воздух сжимается до давления меньше, чем давление на входе в цилиндры ДВС. Сжатие воздуха с высокой температурой поступает на испарительное охлаждение в термопрессор. Благодаря эффекту термогазодинамической компрессии температура воздуха значительно снижается, а давление повышается до величины, необходимой для подачи в цилиндры двигателя. В качестве внешней холодильной машины может быть применено, например, теплоиспользующую абсорбционную холодильную машину (АБХМ) [11]. Теплота в генераторе АБХМ подводится за счет теплоты отходящих газов ДВС.

Анализ работы термопрессорной системы приведен на примере системы охлаждения наддувочного воздуха дизель-генератора (ДГ) фирмы MAN B&W 5L21/31 мощностью N_e = 1000кВт. Расчет процессов охлаждения и сжатия влажного воздуха сделано по классическим методикам [11], а расчет процессов в термопрессоре выполнен по методикам, изложенным в [1, 12, 13].

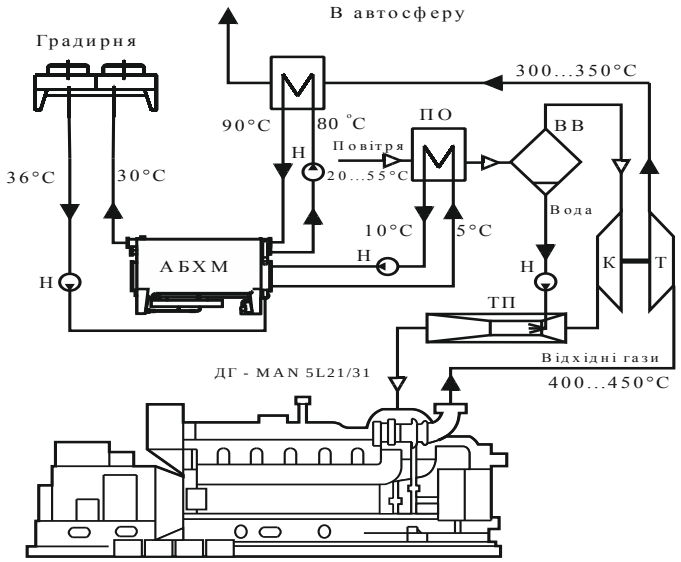


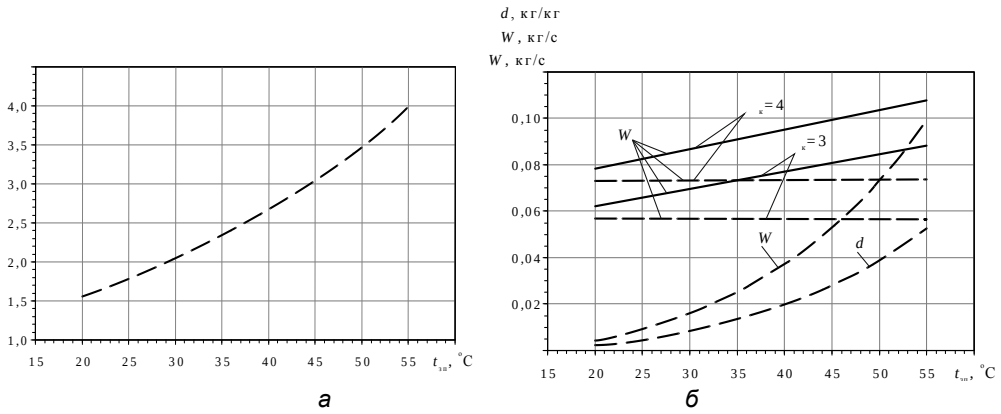
Рис. 1. Схема термопрессорной системы охлаждения наддувочного воздуха ДВС:

ПО – воздухоохладитель; ВО – влагоотделитель; К компрессор;
Т – турбина; Н – насос; ТП – термопрессор; ДГ – дизель-генератор

Температура отходящих газов ТК для ДГ 5L21/31 составляет $t_г$ = 300...350 °С [2]. В качестве АБХМ предложено применить бромисто-литиевую АБХМ. Такая машина имеет ряд преимуществ перед другими теплоиспользующими машинами: компактность и достаточно большой, как для теплоиспользующих машин, тепловой коэффициент ε = 0,8 ... 1,0. Температура теплоносителя на входе в генератор АБХМ должна составлять около 90 °С (рис. 1), а температура теплоносителя на выходе из испарителя АБХМ t_0 = 7 °С. Такая температура в ПО позволяет получить температуру охлажденного наддувочного воздуха $t_{пов}$ = 12 °С. Конденсат при охлаждении в ПО предлагается использовать для впрыска в термопрессор. Расчет параметров работы термопрессорной системы выполнен для диапазона температур воздуха на входе $t_{нп}$ = 20 ... 55 °С и относительной влажности воздуха φ = 60%.

Из рис. 2 (а) видно, что коэффициент влаговыпадения при высоких температурах воздуха на входе ($t_{нп}$ = 45...55 °С) достигает ξ = 3...4. Уменьшение влагосодержания воздуха на входе составляет Δd = 5...50 г/кг (рис. 2, б), при этом общее выпадение влаги в ПО составит ΔW = 5...100·10^{-3} кг/с. В случае термопрессорной схемы без ПО на входе в турбокомпрессор необходимое количество воды для впрыскивание в термопрессор при $\pi_к$ = 4,0 составляет W = 80...110·10^{-3} кг/с, а при $\pi_к$ = 3,0 – W = 65...90·10^{-3} кг/с. Охлаждение воздуха в ПО осуществляется до одинаковых параметров, отсюда приблизительно постоянный расход воды на впрыск в термопрессор: для $\pi_к$ = 3,0 – W = 57·10^{3} кг/с, для $\pi_к$ = 4,0 – W = 73·10^{-3} кг/с. При температуре $t_{нп}$ = 45...50 °С система может функционировать полностью автономно, т.е. количества воды сконденсированной в ПО достаточно для обеспечения работы термопрессора. Такой диапазон температур соответствует температурным режимам в машинном отделении. При меньших температурах (холодное время года) необходимо дополнительное количество воды (до 52·10^{-3} кг/с при $t_{нп}$ = 20 °С).

Применение предварительного охлаждения воздуха уменьшает температуру воздуха за компрессором, а соответственно перед термопрессором. Отсюда меньшее повышение давления (рис. 3, а).



а *б*

Рис. 2. Зависимости коэффициента влаговыпадения ξ (*а*), уменьшения влагосодержания Δd, количества сконденсированной в ПО влаги ΔW, расход води на впрыск в термопрессоре W (*б*) от температуры внешнего воздуха $t_{нп}$:

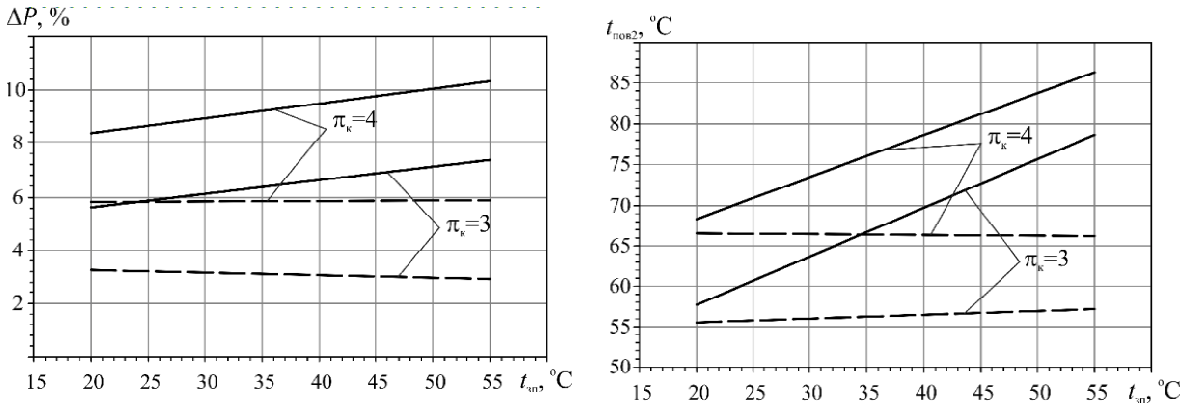
——— –термопрессорная система без охлаждения воздуха на входе;

– – – – –термопрессорная система с охлаждением воздуха на входе

Для схемы термопрессорной системы без предварительного охлаждения: при $\pi_к$ = 3,0 – ΔP = 5...7%, при $\pi_к$ = 4,0 – ΔP = 8...10%, для схемы термопрессорной системы с предыдущим охлаждения: при $\pi_к$ = 3,0 – ΔP = 3,0...3,5 %; при $\pi_к$ = 4,0 – ΔP = 5,5...6,0 %. Однако, температура воздуха за термопрессором значительно ниже, чем для схемы без предварительного охлаждения (рис. 3, б), и составляет $t_{пов2}$ = 56...58 °С при $\pi_к$ = 3,0 и $t_{пов2}$ = 66...67°С при $\pi_к$ = 4,0.

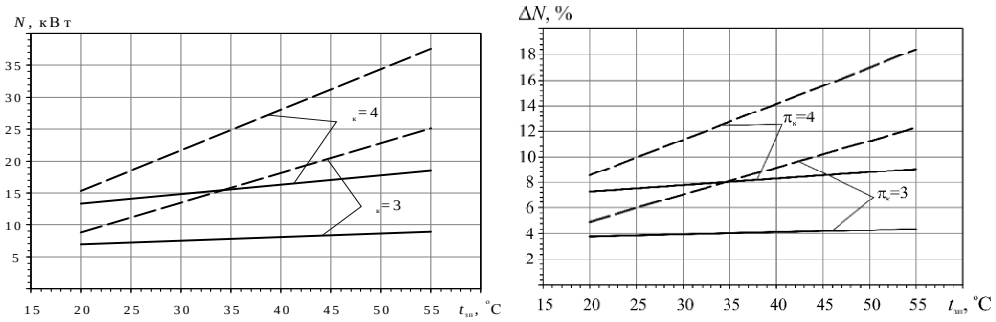
Предварительное охлаждение воздуха на входе компрессора позволяет уменьшить работу на сжатие, а следовательно, увеличить мощность компрессора Δ$N_{тк}$ (рис. 4) на 10...25 кВт (5...12%) при $\pi_к$ = 3,0 и 15...35 кВт (10...18%) при $\pi_к$ = 4,0. Увеличение мощности двигателя Δ$N_д$ при этом составит 5...15%. Большие значения Δ$N_{тк}$ по отношению к схеме без предварительного охлаждения обусловлены тем, что уменьшение мощности за счет охлаждения воздуха и конденсации влаги имеет определяющее влияние чем повышение давления в термопрессоре.

Кроме сжатия и охлаждения воздуха к функции термопрессорной системы входит экологическое увлажнение. Так, влагосодержание воздуха d_2 на выходе из термопрессора составляет 45...50 г/кг, при этом температура воздуха по сравнению с системами типа CASS меньше на 5...10 °С, что способствует большей топливной экономичности двигателя.



а *б*

Рис. 3. Зависимости повышения давления в термопрессоре Δ*P* (*а*) и температуры воздуха на выходе из термопрессора $t_{пов2}$ (*б*) от температуры внешнего воздуха $t_{нп}$:
——— – термопрессорная система без охлаждения воздуха на входе;
– – – – – термопрессорная система с охлаждением воздуха на входе



а *б*

Рис. 4. Зависимости повышения мощности компрессора Δ$N_{тк}$ (*а*) и мощности двигателя Δ$N_д$ (*б*) от температуры внешнего воздуха $t_{нп}$:
——— – термопрессорная система без охлаждения воздуха на входе;
– – – – – термопрессорная система с охлаждением воздуха на входе

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрен методологический подход к охлаждению наддувочного воздуха применением термогазодинамического эффекта в среднеоборотном двигателе. Для повышения эффекта снижения температуры воздуха перед двигателем и увеличения мощности компрессора, а также для обеспечения автономности работы термопрессорной системы предложено осуществлять предварительное охлаждение воздуха перед компрессором, а влагу, которая конденсируется в теплообменнике, впрыскивать в термопрессор.

2. Применение термопрессорной системы с предварительным охлаждением позволяет увеличить давление воздуха Δ*P* = 3,0...6,0% с одновременным снижением температуры воздуха до $t_{пов2}$ = 55...70 °С, что в свою очередь, увеличивает мощность компрессора на 10...20% с соответствующим увеличением мощности двигателя.

3. Термопрессорная система позволяет обеспечить экологическое увлажнение воздуха с конечным влагосодержанием d_2 = 45...50 г/кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вулис Л.А. Термодинамика газовых потоков / Л.А. Вулис – М.:Л.: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

2. Горбов В. М.. Енциклопедія суднової енергетики / В. М. Горбов. – Миколаїв:НУК, 2010. – 624 с.

3. Радченко А.Н., Энергосберегающий экологически безопасный судовой кондиционер на базе дизельгенератора / А.Н. Радченко, А.И. Бузник // Авиационно-космическая техника и технология.– 2008. – №10(57). – С. 118–122.

4. Радченко М.І. Підвищення ефективності газового двигуна внутрішнього згоряння турбодетандерним охолодженням газоповітряної суміші / М.І. Радченко, Д.В. Коновалов, Л.М. Воробйов // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2010. – № 10(77). – С.62-65.

5. Радченко М.І. Попереднє охолодження газоповітряної паливної суміші газових двигунів у детандернотермопресорних холодильних машинах / М.І. Радченко, Д.В. Коновалов, Л.М. Воробйов //

Обладнання та технології харчових виробництв: Зб. наук. праць ДонНУЕТ. – Донецьк: ДонНУЕТ. – 2010. – Вип. 24. – С.234–240

6. Радченко Р.Н. Использование сбросного тепла малооборотных дизелей для охлаждения воздуха на входе турбокомпрессоров / Р.Н. Радченко, Н.Я. Хлопенко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2010. – № 8(75). – С.24-28.

7. Wartsila 46 Technology review. Wartsila Corporation, 2008. – 20 p.

8. Коновалов Д.В. Термопресорні системи охолодження суднових ДВЗ / Д.В. Коновалов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 10 (87). – С. 44−48.

9. Коновалов Д.В. Застосування термогазодинамічного ефекту для проміжного охолодження в системах наддувного повітря ДВЗ / Д.В. Коновалов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 8 (85). – С. 136−140.

10. Радченко А.Н. Альтернативная технология получения пресной воды на судах теплоиспользующей холодильной машиной / А.Н. Радченко, Р.Н. Радченко, Д.В. Коновалов // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали м.-н. н.-т. конф.-Миколаїв: НУК, 2011. – С. 353–355.

11. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины / Ю.В. Захаров – СПб.: Судостроение, 1994. – 504 с.

12. Степанов И.Р. Некоторые задачи движения газа и жидкости в каналах и трубопроводах энергоустановок / И.Р. Степанов, В.И. Чудинов – Л.: Наука, 1977. – 200 с.

13. Живица В.И. Промежуточные охладители с термопрессором для двухступенчатых аммиачных холодильных установок / В.И. Живица // Холодильная техника. – 2002.- № 5.- С.18-20.

УДК 621.578

ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОТЕРМОПРЕСОРА ДЛЯ ПРОМІЖНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ В ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВКАХ

Коновалов Д.В., к.т.н., доцент, Кобалава Г.О., аспірантка
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

Одним з ефективних способів підвищення потужності і ККД газотурбінних установок (ГТУ) є упорскування води в проточну частину компресора газотурбінного двигуна. Даний спосіб полягає в тому, що вода під високим тиском упорскується в ненасичений повітряний потік, в якому через різницю парціальних тисків водяної пари на поверхні крапель води і в повітряному потоці вона випаровується, відбираючи теплоту на випаровування від циклового повітря [1]. Вода, що упорскується, виконує дві функції – відбирає теплоту у охолоджуваного повітря і повертає її в цикл ГТУ у вигляді додаткового робочого тіла – пари. Для ГТУ великої потужності цей метод добре випробуваний і давно впроваджений в експлуатації на широкому ряді комерційних установок [2, 3]. Упорскування води здійснюється головним чином для збільшення потужності газотурбінного двигуна (режими форсування) і стабілізації потужності ГТУ при високих температурах навколишнього середовища [3].

Одним із способів покращення ефективності розпилення є використання перегрітої води, що при її упорскуванні на вході компресора газопаротурбінної установки (ГПТУ) дозволяє підвищити ККД установки на 1…2 % [1, 4].

Перспективним способом розпилення рідини є застосування термогазодинамічної компресії, що дозволяє поєднати два фізичні процеси – контактне охолодження повітря і підвищення тиску, які у свою чергу забезпечують скорочення витрат потужності компресора [5]. Для здійснення таких процесів застосовують аеротермопресор [6, 7].

Термогазодинамічна компресія (термопресія) – це підвищення тиску газу в процесі миттєвого випаровування води, упорскуваної в газовий (повітряний) потік, прискорений до швидкості, близької звуковій [6]. При цьому на випаровування води відводиться теплота від газу (повітря), в результаті чого знижується його температура. Варто зазначити, що застосування термогазодинамічної компресії як засобу ефективного розпилення води, а також збільшення кількості робочого тіла в циклі ГТУ раніше не розглядалося.

Одним із ефективних способів проміжного охолодження повітря є застосування аеротермопресора для упорскування води в потік циклового повітря при його стисненні в компресорі ГТУ. Особливості процесів, що мають місце в аеротермопресорі, наступні.

При русі двофазної суміші в секції випаровування термопресора можна виділити три характерні режими (рис. 1) [6, 7]. В області, що безпосередньо примикає до площини упорскування, має місце режим I, коли вплив лобового опору крапель рідини переважає над всіма іншими діями і визначає поведінку потоку. При цьому відбувається збільшення числа Маха, статичний тиск потоку знижуються, а температура рідини

підвищується, наближаючись до температури насичення. Велика швидкість газового потоку сприяє інтенсивному випаровуванню рідини. Аеродинамічний опір крапель на цій ділянці переважає над позитивним ефектом випаровування [6, 7]. Падіння тиску ΔP^{I} внаслідок аеродинамічного опору на режимі I може бути досить значним і складати 5…15 % [6, 7]. Поступово різниця в швидкості газу і рідини зменшується і вплив лобового опору крапель знижується. Підвищення температури рідини значно збільшує швидкість випаровування. Наступає момент, коли визначальним процесом є випаровування рідини – режим II. При цьому швидкість потоку і число Маха зменшуються, а повний і статичний тиск зростають (рис. 1). На цьому режимі позначається уповільнююча дія газу на рідину, оскільки в деякій області рідина має швидкість, більшу, ніж швидкість газу. Це сприяє деякому підвищенню тиску, втраченому в режимі I. Маса рідини поступово зменшується внаслідок випаровування, звідси до потоку в режимі II повертається менше енергії, ніж витрачається в режимі I.

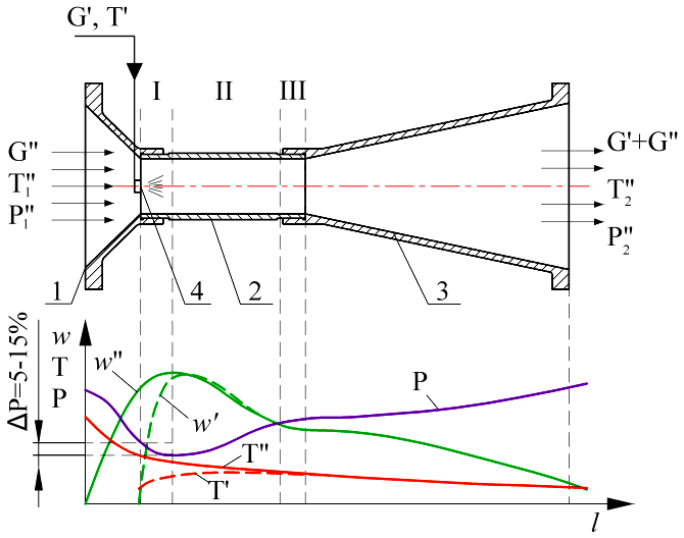


Рис. 1. Характер зміни параметрів в термопресорі:
1 – сопло; 2 – робоча камера; 3 – дифузор; 4 – форсунка; P – тиск; T', T" – температура рідини і газу (повітря); w', w" – швидкість краплинної рідини і газу (повітря); G', G" – витрата рідини на упорскування і газу (повітря)

Поступово швидкість випаровування знижується внаслідок зменшення площі поверхні крапель і скорочується різниця в швидкості і температурі фаз. Поверхневе тертя, що було до цього відносно незначним, стає переважаючим чинником – режим III. В дифузорі відбувається зниження швидкості парогазової суміші і підвищення статичного тиску.

Для визначення ефективності проміжного охолодження повітря газотурбінних установок упорскуванням води аеротермопресором, у якості базових, взято наступні схеми ГТУ: схема 1 – простасхема ГТУ (рис. 2.); схема 2 – схема ГТУ з регенерацією теплоти (рис. 3); схема 3 – складна схема ГТУ із триступінчастим стисненням повітря в компресорі та двоступінчастим розширенням газу в турбіні (рис. 4).

Введення води із застосуванням аеротермопресора в циклове повітря ГТУ можна запропонувати за наступними схемними рішеннями: схема 4 – аеротермопресор встановлено за регенератором теплоти (рис. 5); схема 5 – аеротермопресор встановлено між ступенями стиснення компресора (рис. 6).

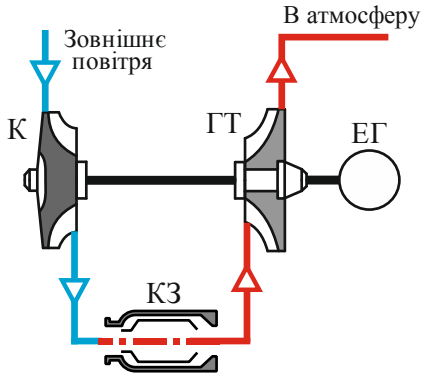


Рис. 2. Схема ГТУ (простий цикл):
К – компресор; КЗ – камера згоряння; ГТ – газова турбіна; ЕГ – електрогенератор

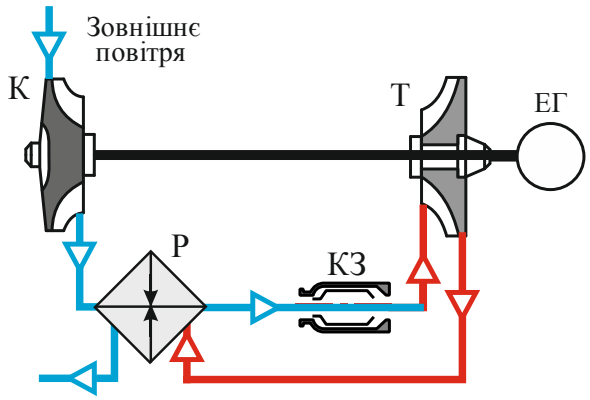


Рис. 3. Схема ГТУ із регенерацією теплоти:
К – компресор; Т – турбіна; КЗ – камера згоряння; Р – регенеративний теплообмінник; ЦН – циркуляційний насос; ЕГ – електрогенератор

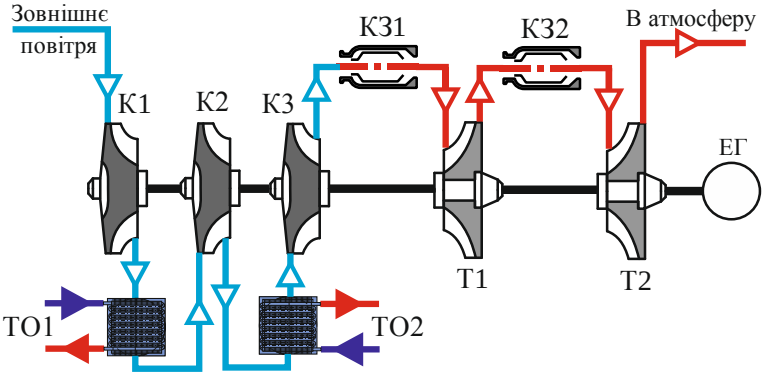


Рис. 4. Схема багатоступінчастої ГТУ:
К1, К2, К3 – компресори першого, другого і третього ступенів; Т1, Т2 – турбіни першого і другого сту ступенів; ТО1, ТО2 – теплообмінники першого і другого ступенів; КЗ1, КЗ2 – камери згоряння першого і другого ступенів; ЕГ – електрогенератор

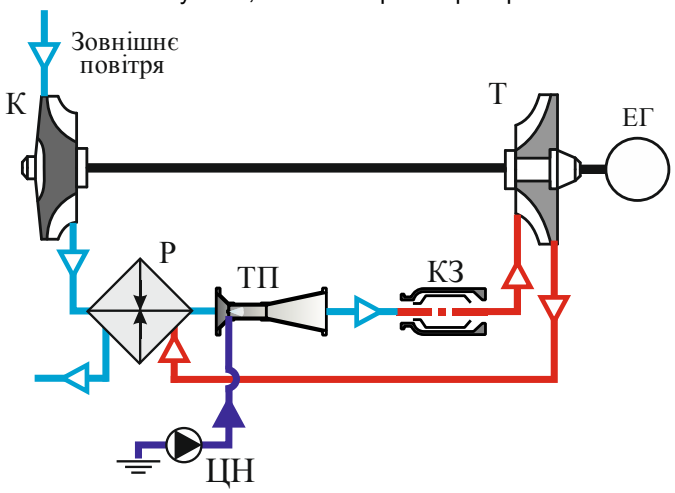


Рис. 5. Схема ГТУ з регенерацією теплоти й упорскуванням води аеротермопресором:
К – компресор; Т – турбіна; ТП – аеротермопресор; КЗ – камера згоряння;
Р – регенеративний теплообмінник; ЦН – циркуляційний насос; ЕГ – електрогенератор

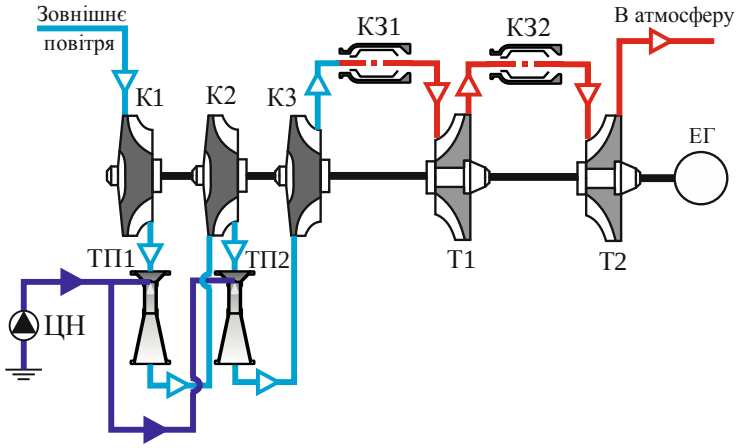


Рис. 6. Схема ступінчастої ГТУ із застосуванням аеротермопресора між ступеня компресора:
К1, К2, К3 – компресори першого, другого і третього ступенів; Т1, Т2 – турбіни першого і другого ступенів; ТП1, ТП2 – аеротермопресори першого і другого ступенів; К31, К32 – камери згоряння першого і другого ступенів; ЕГ – електрогенератор

При аналізі схемних рішень ГТУ приймалися наступні вхідні дані: діапазон температур зовнішнього повітря на вході – $t_{зп}$ = 15…50 °С; загальна степінь підвищення тиску в компресорі – $\pi_к$ = 16,0; температура продуктів згоряння палива на виході з камери згоряння – $t_З$ = 1150 °С; паливо – природній газ ($Q_н^р$ = 50056 кДж/кг); ступінь регенерації теплоти – $\sigma_{рег}$ = 0,9.

В якості базової для розрахунків ГТУ прийнято мікротурбіну із номінальною потужністю $N_н$ = 100 кВт. На сьогодні провідними виробниками мікротурбін є Alstom, General Electric, Kawasaki, MAN TURBO AG, Mitsubishi Heavy Industries, Rolls-Royce, SIEMENS, Solar Turbines, Turbomach, Capstone-Calnetix та інш.

Результати розрахунків наведених схемних рішень показали, що зниження температури повітря за регенеративним теплообмінником (рис. 5) в результаті випарного охолодження в аеротермопресорі становить 170…175 °С (рис. 7), що забезпечує підвищення тиску повітря на величину $\Delta P_{тп(4)}$ = 1,18…1,21. Кількість води, що упорскується, становить 3…5 % від витрати повітря через компресор. Підвищення тиску в аеротермопресорі забезпечує зменшення роботи на стиснення в компресорі, а додаткова кількість води, що упорскується, дозволяє отримати більшу потужність турбіни. Застосування цієї схеми дозволяє підвищити ККД ГТУ з регенерацією теплоти на величину $\Delta\eta_e$ = 0,5…2,0 % в залежності від температури зовнішнього повітря (рис. 8), а зменшення питомої витрати палива при цьому становить Δb_e = 4…10 г/(кВт·год).

Зниження температури повітря між ступенями компресора (схема 5) в результаті випарного охолодження в аеротермопресорі становить 60…110 °С (рис. 7), що забезпечує підвищення тиску повітря на величину $\Delta P_{тп(5)}$ = 1,08…1,12. Сумарна кількість води, що уприскується за першим і другим ступенями компресора становить 5…7 % від витрати повітря через компресор. Зменшення роботи на стиснення в компресорі та додаткова кількість води, що упорскується в схемі 5 дозволяє підвищити ККД ГТУ на $\Delta\eta_e$ = 2,0…4,0 % (рис. 8), а зменшення питомої витрати палива при цьому становить Δb_e = 10…20 г/(кВт·год).

Аналізуючи схеми, наведені на рис. 2-6, можна зробити наступні висновки:

1. Упорскування води в повітря здійснюється в потік, що рухається зі швидкістю близько звукової, забезпечує більш ефективний розпил ніж упорскування традиційними способами (пневматичними або механічними форсунками);
2. Охолодження повітря між ступенями компресора можливо практично до температури повітря на вході, що забезпечує близьке до ізотермічного стиснення повітря (функція проміжного охолоджувача повітря);
3. Стиснення повітря в аеротермопресорі дозволяє зменшити роботу стиснення в компресорі (функція дотискуючого ступеня компресора);
4. Упорскування і випаровування води в аеротермопресорі забезпечує збільшення масової витрати робочого тіла (за рахунок водяної пари), а відтак зростання корисної потужності ГТУ;
5. Багатофункціональність аеротермопресора дозволяє підвищити надійність ГТУ, збільшити питому потужність і ККД.

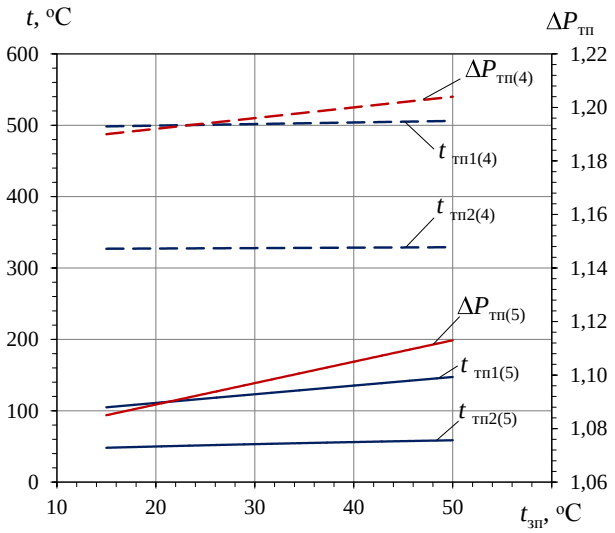


Рис. 7. Залежності температури до і після аеротермопресора $t_{тп1}$, $t_{тп2}$, а також степені підвищення тис тиску в аеротермопресорі $\Delta P_{тп}$ від температури зовнішнього повітря $t_{зп}$:
_ _ _ _ - схема 4; _____ - схема 5;

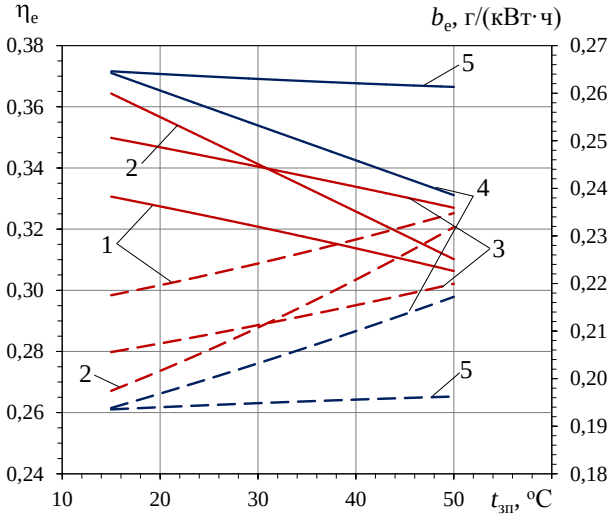


Рис. 8. Залежності коефіцієнта корисної дії ГТУ η_e і питомої витрати палива b_e від температури зовнішнього повітря $t_{зп}$:
_____ - η_e; _ _ _ _ - b_e; 1 – схема 1; 2 – схема 2; 3 – схема 3; 4 – схема 4; 5 – схема 5

Висновки

1. Застосування проміжного охолодження повітря упорскуванням води аеротермопресором дозволяє підвищити ККД циклу ГТУ з регенерацією на 0,5…2,01 %, а ГТУ складного циклу зі ступінчастими стисненням і розширенням – на 2,0…4,0 %.
2. Введення води аеротермопресором в цикл ГТУ забезпечує збільшення масової витрати робочого тіла, а від так збільшить корисну потужність ГТУ.
3. Розроблено схемні рішення проміжного охолодження повітря ГТУ упорскуванням води аеротермопресором.

Список літератури

1. Дикий, М.О. Підвищення ефективності ГПТУ «Водолій» охолодженням повітряного потоку в компресорі [Текст] / М.О. Дикий, А.С. Соломаха, В.Г. Петренко. // Наукові вісті НТУУ КПІ. – 2011. – №5. – С. 31–34.
2. Шевелев, Д.В. Влияние испарительного охлаждения рабочего тела на удельные параметры газотурбинных установок малой мощности [Текст] / Д.В. Шевелев, Н.В. Гриднич. // Фундаментальные исследования. – 2016. - №4. – С. 333-338.

3. Victor de Biasi, LM6000 Sprint design enhanced to increase power and efficiency/ Victor de Biasi. // GasTurbineWorld: July-August, 2000. – Paper No:16–20.

4. Mustapha Chaker, Key parameters for the performance of impaction-p in nozzles used in inlet fogging of gasturbineengines / MustaphaChaker // Proceedings of ASME turboexpo, 2005. – PaperNo: GT2005-68346.

5. Коновалов, Д.В. Термопресорні системи охолодження суднових ДВЗ [Текст] / Д.В. Коновалов. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – №10 (87). – С. 44−48.

6. Вулис, Л.А. Термодинамика газовых потоков [Текст] / Л.А. Вулис. – Москва, Ленинград: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

7. Степанов, И.Р. Некоторые задачи движения газа и жидкости в каналах и трубопроводах энергоустановок [Текст] / И.Р. Степанов, В.И. Чудинов. – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. – 199 с. – (АН СССР, Кольск. филиал им. С.М. Кирова).

УДК 621.57

РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ В ТЕРМОПРЕСОРНИХ АПАРАТАХ ДЛЯ СИСТЕМ ТУРБОНАДДУВУ СУДНОВИХ ДВЗ

Коновалов Д.В., к.т.н., доцент, Джуринська А.О., викладач

Застосування термопресорного апарату в системах турбонаддуву є одним з ефективних шляхів підвищення паливно-енергетичної ефективності сучасних суднових ДВЗ. Термопресія – це підвищення тиску газу в процесі миттєвого випаровування води, упорскуваної в газовий (повітряний) потік, прискорений до швидкості, близької звуковій [1]. При цьому на випаровування води відводиться теплота від наддувного повітря, в результаті чого знижується його температура. Термопресор є компактним пристроєм, який за габаритами значно виграє порівняно з іншими охолоджувальними апаратами поверхневого й контактного типу, і до того ж забезпечує певне підвищення тиску.

Термопресорна система охолодження наддувного повітря складається з наступних елементів, що підключено послідовно [2]: турбокомпресор, термопресорний апарат, доохолоджувач наддувного повітря. Вода подається до термопресора під тиском і розпилюється в потік повітря, що рухається зі швидкістю біля звукової, за соплом перед робочою камерою. Особливість розрахунку системи полягає в тому, що необхідно врахувати, як особливості розрахунку процесу термогазодинамічної компресії, так процесів охолодження і стиснення вологого повітря.

При стисненні повітря в ТК можна застосовувати наступні залежності [3]. Температура повітря на виході з компресора при адіабатному стисненні:

$$T_2' = T_1 \cdot \pi_к^{\frac{k-1}{k}}.$$

Дійсна температура повітря на виході з компресора (враховуючи, що теплоємність повітря C_p в інтервалі температур $T_1 – T_2$ постійна):

$$T_2 = T_1 + \frac{T_2' - T_1}{\eta_к},$$

де $\eta_к$ – внутрішній к.к.д. компресора. В залежності від типу компресора і величини $\eta_к – \pi_к = 0{,}76...0{,}80$.

Показник політропи дійсного процесу стискання:

$$n = \frac{1}{1 - \frac{\lg\left[\frac{\pi_к^{\frac{k-1}{k}} - (1-\eta_к)}{\eta_к}\right]}{\lg \pi_к}}.$$

Відносна вологість повітря після компресора можна знайти з виразу:

$$\varphi_2 = \varphi_1 \frac{v_{s2}}{v_{s1}} \pi^{\frac{1}{n}}$$

Оскільки вологовміст у процесі стискання не змінюється, то:

$$d_1 = d_2$$

Теплоємність волого повітря на нагнітанні компресора:

$$c_{вл2} = 1{,}01 + 1{,}89\, d_2$$

Ентальпія вологого повітря на виході:

$$I_2 = c_{вл2}\, t_2 + 2500\, d_2.$$

При охолодженні повітря в термопресорі і ОНП вологовміст змінюється, тому застосовують наступне рівняння:

$$d = 0{,}622\, p_п''/(p - p_п''),$$

де $p_п''$ – парціальний тиск водяної пари.

Відносна вологість повітря:

$$\varphi = p_п / p_п'',$$

де $p_п$ – тиск насиченої водяної пари.

Коефіцієнт вологовипадіння:

$$\xi = (I_1 - I_2) / (c_{вл}\,(t_1 - t_2)$$

Розрахунок термогазодинамічної компресії здійснювався за методиками [4, 5]. Основні рівняння для даного потоку. Рівняння матеріального балансу

$$G' + G'' = G_{сум},$$

где $G_{сум}$, G', G'' – масові витрати суміші, газу і вприскуваної рідини, що нагнітається, що відповідно утворилася; крім того, $G_{сум}$ на підставі рівняння сплошності можна навести в наступному вигляді:

$$G_{см} = \rho F w$$

де ρ – густина потоку; F – площа поперечного перетину; w – швидкість потоку.

Рівняння балансу механічної енергії для одиниці маси

$$d\frac{w^2}{2} = -vdp - dl_{тр},$$

де $l_{тр}$ – питома робота сил тертя.

Рівняння збереження кількості руху

$$\frac{G''}{g}(w'' + dw'') + \frac{G'}{g}(w' + dw') - \frac{G''}{g}w'' - \frac{G'}{g}w'' = FdP - \tau_{тр}\pi D dz,$$

де $\tau_{тр}$ – дотична напруга біля стінки труби; D – діаметр секції випаровування; z – координата уздовж подовжньої осі.

При аналізі процесів випарного контактного охолоджування використовується також залежність для визначення числа Маха, для визначення температури і тиску гальмування, рівняння стану ідеального газу. Повне підвищення тиску для реального термопресора визначається за рівнянням [4, 5]:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{-B\frac{kM^2}{2}} - \frac{\left(\xi_м + \xi_{тр}\frac{l}{D}\right)\rho\alpha_{дф}^2 M^2}{2P_1},$$

де $B = 1 - 2\frac{C_p}{C_{впр}}$; l/D – відношення довжини до діаметру камери змішування; $\alpha_{дф}$ – швидкість звуку двофазного потоку; $\xi_м$, $\xi_{тр}$ – коефіцієнти опору: місцевий і тертя по довжині.

Висновки. Врахування особливостей розрахунку процесів охолодження і стискання наддувного повітря, а також процесу термогазодинамічної компресії дозволяє визначити параметри вологого повітря (тиск, температура, ентальпія, відносна вологість, вологовміст) на виході з термопресорної системи наддувного повітря ДВЗ. При визначенні паливно-енергетичної ефективності суднових ДВЗ це дозволяє врахувати особливості режимів експлуатації в різних кліматичних умовах.

Список літератури

1. Вулис Л.А. Термодинамика газовых потоков / Лев Абрамович Вулис. – Москва, Ленинград: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

2. Коновалов Д.В. Термопресорні системи охолодження суднових ДВЗ / Д.В. Коновалов. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – №10 (87). – С. 44−48.

3. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 1. Теория рабочих процессов / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др. – М.: Высшая школа, 2007. – 479 с.

4. Живица В.И. Промежуточные охладители с термопрессором для двухступенчатых аммиачных холодильных установок // Холодильная техника. – 2002.- № 5.- С.18-20.

5. Степанов И.Р. Некоторые задачи движения газа и жидкости в каналах и трубопроводах энергоустановок / И.Р. Степанов, В.И. Чудинов. – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. – 199 с. – (АН СССР, Кольск. филиал им. С.М. Кирова).

УДК 621.578

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕГРІТОЇ ВОДИ В ТЕРМОПРЕСОРНИХ АПАРАТАХ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВЗ

Коновалов Д.В., к.т.н., доцент, Кобалава Г.О., аспірантка, Котік Х.А., магістр
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

Одним з перспективних напрямів підвищення енергетичної ефективності сучасних енергетичних установок, до складу яких входять двигуни внутрішнього згоряння, є забезпечення оптимальних початкових параметрів робочого циклу, через вдосконаленням системи турбонаддуву.

Застосування термогазодинамічної компресії (термопресії) в системі турбонаддуву ДВЗ дозволяє поєднати два процеси – контактне охолодження наддувного повітря і підвищення тиску, які забезпечують скорочення витрат потужності компресора [1]. Для здійснення цих процесів застосовують термопресор [2, 3, 4].

Термопресія (термогазодинамічна компресія) – це підвищення тиску газу в процесі миттєвого випаровування води, упорскуваної в газовий (повітряний) потік, прискорений до швидкості, близької звуковій [2]. При цьому на випаровування води відводиться теплота від наддувного повітря, в результаті чого знижується його температура.

При русі двофазної суміші в секції випаровування термопресора можна виділити три характерні режими (рис. 1) [3]. В області, що безпосередньо примикає до площини упорскування, має місце режим I, коли вплив лобового опору крапель рідини переважає над всіма іншими діями і визначає поведінку потоку. При цьому відбувається збільшення числа Маха, статичний тиск потоку знижуються, а температура рідини підвищується, наближаючись до температури насичення. Велика швидкість газового потоку сприяє інтенсивному випаровуванню рідини. Аеродинамічний опір крапель на цій ділянці переважає над позитивним ефектом випаровування [3]. Падіння тиску ΔP^{I} внаслідок аеродинамічного опору на режимі I може бути досить значним і складати 5…15 % [3]. Поступово різниця в швидкості газу і рідини зменшується і вплив лобового опору крапель знижується. Підвищення температури рідини значно збільшує швидкість випаровування. Наступає момент, коли визначальним процесом є випаровування рідини – режим II. При цьому швидкість потоку і число Маха зменшуються, а повний і статичний тиск зростають (рис. 1). На цьому режимі позначається уповільнююча дія газу на рідину, оскільки в деякій області рідина має швидкість, більшу, ніж швидкість газу. Це сприяє деякому підвищенню тиску, втраченому в режимі I. Маса рідини поступово зменшується в наслідок випаровування, звідси до потоку в режимі II повертається менше енергії, ніж затрачується в режимі I.

Поступово швидкість випаровування знижується внаслідок зменшення площі поверхні крапель і скорочується різниця в швидкості і температурі фаз. Поверхневе тертя, що було до цього відносно незначним, стає переважаючим чинником – режим III. В дифузорі відбувається зниження швидкості парогазової суміші і підвищення статичного тиску.

Робочий процес реального термопресора бажано організувати так, щоб звести до мінімуму втрати енергії в режимі I і повністю виключити режим III [3].

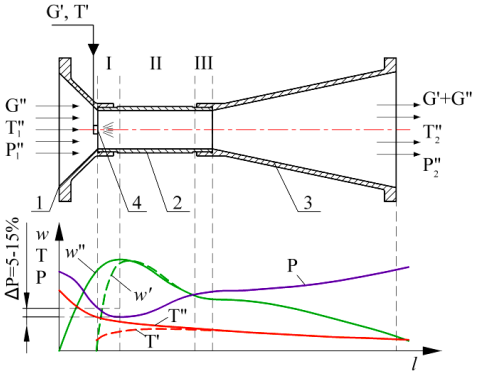


Рис. 1. Характер зміни параметрів в термопресорі:
1 – сопло; 2 – робоча камера; 3 – дифузор; 4 – форсунка; P – тиск; T', T" – температура рідини і газу (повітря); w', w" – швидкість краплинної рідини і газу (повітря); G', G" – витрата рідини на упорскування і газу (повітря)

Значний вплив на роботу термопресора здійснюють конструктивні чинники [3], від яких залежить число Маха-Маєвського М на вході в секцію випаровування. Число М визначає величину енергії парового потоку. При низьких числах М швидкість випаровування невелика, що призводить до збільшення довжини ділянки випаровування та відповідно до зростання втрат енергії на тертя. З підвищенням числа М відбувається більш інтенсивне випаровування на більш короткій ділянці секції випаровування при відповідно менших втратах на тертя.

На роботу термопресора впливає також такий режимний чинник, як організація подачі та розпилу рідини. До системи упорскування рідини пред'являється ряд вимог [3]:

1) достатньо дрібне розпилення;
2) рівномірний розподіл крапель у поперечному перерізі каналу;
3) максимальна швидкість упорскуваної рідини;
4) невеликий аеродинамічний опір конструкції форсунки.

Діаметр краплі рідини доволі сильно впливає на довжину ділянки випаровування і швидкісний режим: із зменшенням первинного розміру краплі довжина ділянки випаровування і втрати на тертя значно зменшуються.

Упорскування води збільшує коефіцієнт тертя на 10...20 %, отже для того, щоб уникнути подальшого збільшення втрат, необхідно знижувати аеродинамічний опір конструктивних елементів системи. З цією метою бажано розміщувати пристрої системи упорскування в потоці з малою швидкістю газу (перед соплом) і виконувати їх більш обтічної форми [3, 5, 6].

Створення досконалої конструкції для розпилення рідини має певні труднощі. На сьогоднішній день для термопресорів застосовують найпростіші по конструкції системи пневматичного розпилення рідини в потоці газу (повітря) з малою швидкістю, або відцентрові форсунки з невеликим тиском і відносно грубим розпиленням.

Застосування більш вдалих систем підведення і розпилення води, що відповідає наведеним вимогам, дозволить в значній мірі збільшити ефект від термогазодинамічної компресії при відносно низьких витратах води.

Одним з найбільш перспективних сучасних способів покращення ефективності розпилення є використання перегрітої води, що, наприклад, при реалізації впорскування води на вході компресора газопаротурбінної установки дозволяє підвищити ККД установки на 1…2 % [6]. В термопресорних системах такий спосіб розпилення перегрітої, відносно температури насичення, рідини раніше не розглядався.

Для сучасних суднових середньообертових двигунів (СОД), як правило, застосовують багатоконтурну систему охолодження. При цьому в охолоджувачі наддувного повітря (ОНП) встановлюють дві секції охолодження: високотемпературна (теплота відводиться до води системи охолодження двигуна) і низькотемпературна (теплота відводиться до контуру прісної води центрального охолоджувача).

В роботі було проаналізовано і досліджено схемне рішення із застосуванням термопресора у складі триконтурної системи охолодження суднового СОД (рис. 1). Термопресор встановлено за турбокомпресором перед ОНП. Таке рішення дозволяє виключити зі складу ОНП високотемпературну секцію, залишивши тільки низькотемпературну секцію для доохолодження повітря перед ресивером до заданої температури 45 ^{o}C. З метою поліпшення якості розпилення води, в термопресорній системі запропоновано здійснювати попередній підігрів води в теплообміннику ПВ до температури 85…90 ^{o}C за рахунок теплоти води на виході з системи охолодження двигуна. Наступний перегрів води до температури 100…120 ^{o}C здійснюється за рахунок додаткової, більш глибокої утилізації теплоти відхідних газів в утилізаційному котлі (УК). Окрім зменшення енергетичних витрат на організацію безпосередньо процесу розпилення, це дозволяє повертати частину низькопотенційної теплоти в цикл енергетичної установки разом з впорскнутою водою, що, у свою чергу, дозволить підвищити коефіцієнт використання теплоти.

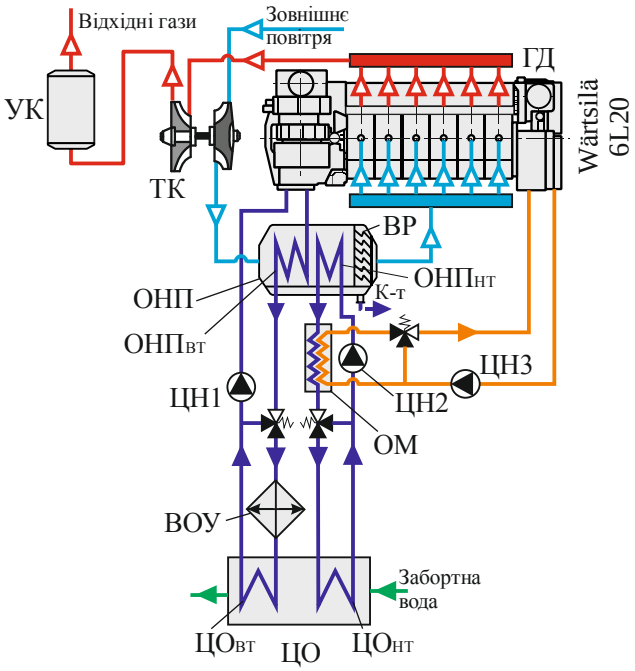


Рис. 2. Багатоконтурна система охолодження середньообертового головного суднового двигуна:
ГД – головний двигун; УК – утилізаційний котел; ТК – турбокомпресор; ОНП – охолоджувач наддувного повітря; ВР – відокремлювач рідини; $ОНП_{ВТ}$ – високотемпературна секція ОНП; $ОНП_{НТ}$ – низькотемпературна секція ОНП; ЦО – центральний охолоджувач; $ЦО_{ВТ}$ – високотемпературна секція центрального охолоджувача; $ЦО_{НТ}$ – низькотемпературна секція центрального охолоджувача; ЦН1, ЦН2, ЦН3 – циркуляційні насоси; ОМ – охолоджувач масла; ВОУ – водоопріснювальна установка

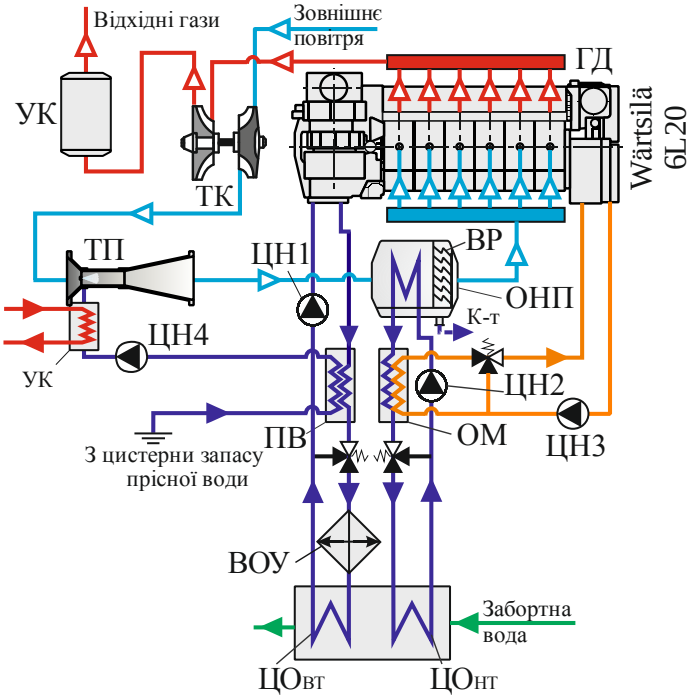


Рис. 3. Багатоконтурна система охолодження середньообертового головного суднового двигуна з використанням термопресора:
ГД – головний двигун; УК – утилізаційний котел; ТК – турбокомпресор; ОНП – охолоджувач наддувного повітря; ВР – відділювач рідини; ТП – термопресор; ПВ – теплообмінник для підігріву води; ЦО – центральний охолоджувач; $ЦО_{ВТ}$ – високотемпературна секція центрального охолоджувача; $ЦО_{НТ}$ – низькотемпературна секція центрального охолоджувача; ЦН1, ЦН2, ЦН3, ЦН4 – циркуляційний насос; ОМ – охолоджувач масла.

Розрахунок термопресорної системи здійснено для головного СОД фірми "Wartsila" (Фінляндія) марки 6L20.

Як показали дослідження, упорскування перегрітої води (температура 120 °С) в термопресорну систему дозволяє зменшити довжину ділянки випаровування, а відтак зменшити довжину робочої камери термопресора. Це, у свою чергу, зменшує втрати на тертя на 5…15 % (3…9 кПа) (рис. 4-6). Окрім цього, зменшуться кількість теплоти наддувного повітря, що витрачається на додатковий підігрів упорскнутої води до температури насичення. Аналіз роботи даної системи, при швидкості повітряного потоку в робочій камері М = 0,95, показує, що при ступені стиснення в турбокомпресорі $\pi_к$ = 2,5 і перегріві упорскуваної води, підвищення тиску (термогазодинамічна компресія) складе $\Delta P = 0{,}4 \cdot 10^4$ Па (2 %), що на 0,8 % вище, ніж при упорскуванні води без перегріву, при температурі повітря на виході з термопресорної системи $t_{п2}$ = 55 °С (відносна температура T_1/T_2 = 1,25), а при □к = 3,5 термогазодинамічна компресія складе $\Delta P = 2{,}6 \cdot 10^4$ Па (10 %) – на 8 % вище, ніж при упорскуванні води без перегріву, при температурі повітря на виході з термопресорної системи $t_{п2}$ = 66 °С (відносна температура T_1/T_2 = 1,35). Отримані результати дозволяють зробити висновок, що упорскування перегрітої води в термпресорній системі дозволяє додатково збільшити відносне підвищення тиску повітря на 0,8 % для $\pi_к$ = 2,5 і 8 % для $\pi_к$ = 3,5. Отримані параметри повітря на виході з термопресора відповідають рекомендованим для даного типу двигуна фірмою-виробником, згідно яких температура наддувного повітря після ОНП не повинна перевищувати 50…70 °С). Кількість води, що упорскується в термопресор (рис. 6) складає G_w = 0,06…0,11 кг/с (2…5 % від витрати наддувного повітря).

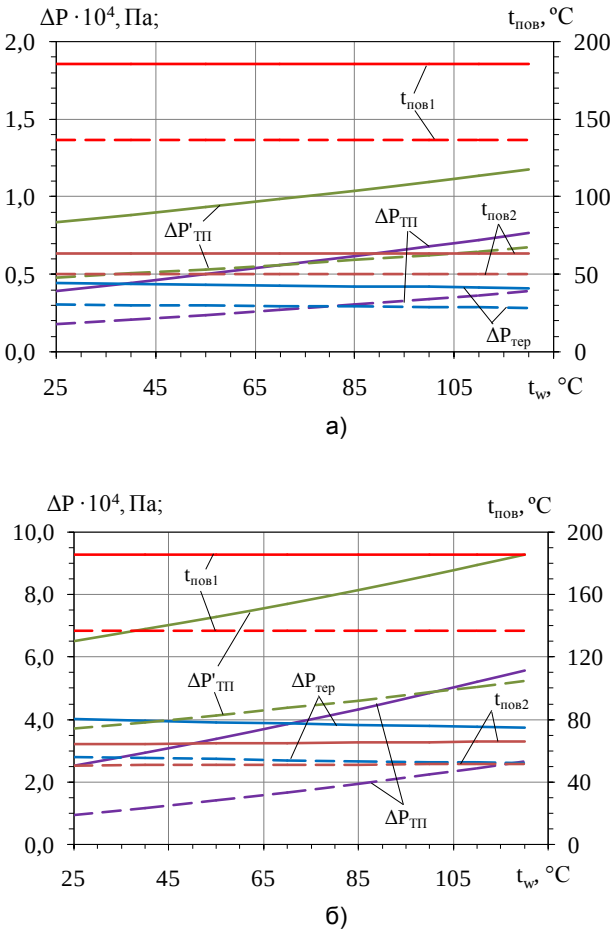
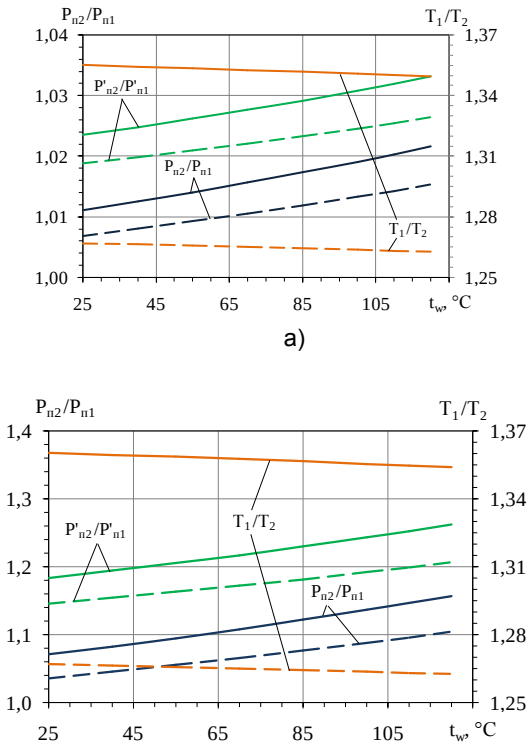


Рис. 4. Залежності зміни тиску ΔP повітря, втрат тиску повітря через аеродинамічний опір $\Delta P_{тер}$, температури повітря $t_{пов}$ від температури води t_w при різних ступенях підвищення тиску в турбокомпресорі $\pi_к$ = 2,5; 3,5 і швидкостях повітря на вході в робочу камеру термопресора: а) - М = 0,35; б) - М = 0,95

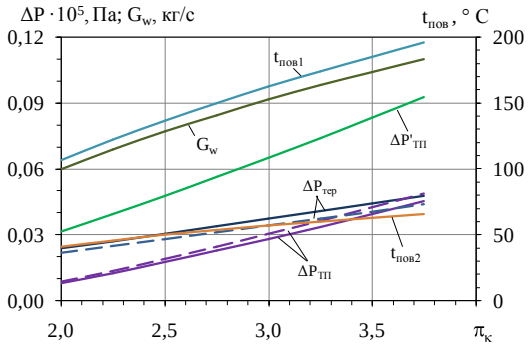
_____ - при $\pi_к$ = 2,5; _ _ _ _ _ - при $\pi_к$ = 3,5



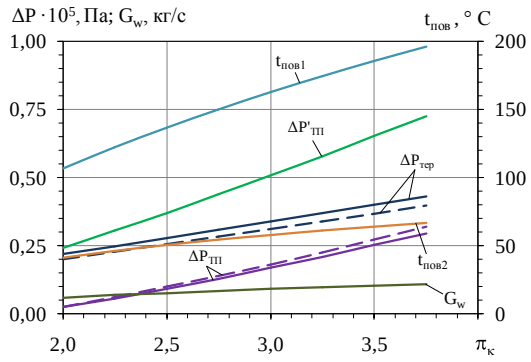
а)

б)

Рис. 5. Залежності відносної зміни тиску $P_{п2}/P_{п1}$ повітря та відносного зниження температури T_1/T_2 від температури води t_w при різних ступенях підвищення тиску в турбокомпресорі $\pi_к$ = 2,5; 3,5 і швидкостях повітря на вході в робочу камеру термопресора: а) - M = 0,35; б) - M = 0,95.
_____ - при $\pi_к$ = 2,5; _ _ _ _ _ - при $\pi_к$ = 3,5



а)



б)

Рис. 6. Залежності зміни тиску ΔP повітря, втрат тиску повітря через аеродинамічний опір $\Delta P_{тер}$, температури повітря $t_{пов}$, витрати води на впорскування G_w від ступеня підвищення тиску в турбокомпресорі $\pi_к$, і швидкостях повітря на вході в робочу камеру термопресора: а) - M = 0,35; б) - M = 0,95
_____ - при t_{w1} = 25 °C; _ _ _ _ _ - при t_{w1} = 120 °C.

Висновки

4. Використання перегрітої води для упорскування в термопресор системи охолодження наддувного повітря суднових двигунів є перспективним способом підвищення ефективності процесу розпилення, який дозволяє в значній мірі збільшити ефект від термогазодинамічної компресії – додаткове підвищення тиску в термопресорі складає 5…8 %.

5. Упорскування перегрітої води в термопресор дозволяє мінімізувати або зовсім виключити з робочого процесу режим I, пов'язаний із впливом лобового опору крапель рідини, що в свою чергу зменшує втрати тиску на аеродинамічний опір на даній ділянці на 8 %.

6. Перегрів води пропонується здійснювати за рахунок утилізації теплоти відхідних газів в утилізаційному котлі. Це дозволить повернути частину низькопотенційної теплоти в цикл енергетичної установки разом з упорскуваною водою, що, у свою чергу, дозволить підвищити коефіцієнт використання теплоти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

8. Коновалов, Д.В. Термопресорні системи охолодження суднових ДВЗ [Текст] / Д.В. Коновалов. // Авіаційоно-космічна техніка і технологія. – 2011. – №10 (87). – С. 44−48.

9. Вулис, Л.А. Термодинамика газовых потоков [Текст] / Л.А. Вулис. – Москва, Ленинград: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

10. Степанов, И.Р. Некоторые задачи движения газа и жидкости в каналах и трубопроводах энергоустановок [Текст] / И.Р. Степанов, В.И. Чудинов. – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. – 199 с. – (АН СССР, Кольск. филиал им. С.М. Кирова).

11. Ерофеев, В.Л. Экспериментальное исследование термопрессора [Текст] / В.Л. Ерофеев // Тр. ленинградского института водного транспорта. Судовые энергетические установки и техническая эксплуатация флота. – 1974. – № 147. – С. 25−30.

12. Коханский, А. И. Повышение эффективности работы двухступенчатой холодильной установки на основе применения термогазодинамического эффекта / А. И. Коханский, А. Н. Богач, В. И. Живица. // Холодильная техника. – 1980. – №1. – С. 25–30.

13. Дикий, М.О. Підвищення ефективності ГПТУ «Водолій» охолодженням повітряного потоку в компресорі / М.О. Дикий, А.С. Соломаха, В.Г. Петренко. // Наукові вісті НТУУ КПІ. – 2011. – №5. – С. 31–34.

УДК 621.565.93/94:629.5 (05)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОПРЕССОРА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭМИССИИ ОКСИДОВ АЗОТА В СУДОВЫХ ДВС

Джуринская А.А., преподаватель, Смоляной Е.С., магистр

В современных ДВС для снижения выбросов в атмосферу оксидов азота NO_x применяют увлажнение наддувочного воздуха [1, 2]. Перспективной разработкой в данном направлении является система "Combustion Air Saturation System" (CASS), разработанная фирмой "Wärtsilä" [3]. В аппарате системы, мелко распыленная специальными соплами вода, разбрызгивается в поток наддувочного воздуха ДВС сразу за турбокомпрессором. Испарение капель воды осуществляется при высокой температуре и скорости воздушного потока около 75 м/с. Влагосодержание воздуха на выходе из CASS составляет 60...80 г/кг при температуре 70...90 °С. Количество воды, подаваемое в цилиндры двигателя с наддувочным воздухом, должно быть в 3 раза больше количества сжигаемого топлива. Это позволяет снизить эмиссию NO_x на 70...80%. Скорость образования оксидов азота напрямую зависит от температуры, так как водяной пар вследствие высокой теплоемкости отбирает на парообразование значительное количество теплоты, что приводит к снижению температуры в камере сгорания, следовательно, чем больше водяного пара в смеси газов в цилиндре, тем ниже температура в зоне горения и меньше образуется NO_x.

Для целей контактного охлаждения наддувочного воздуха (после сжатия в турбокомпрессоре), а также экологического (с целью уменьшения эмиссии оксидов азота NO_x) увлажнения наддувочного воздуха на входе в цилиндры ДВС предложен способ тонкого распыления воды в наддувочном воздухе термопрессором благодаря турбулизации потока при высоких скоростях (число Маха M = 0,80...0,95) и уменьшению размеров капель в результате испарения.

Эффект термогазодинамической компрессии (термопрессии) в современных системах наддувочного воздуха ДВС позволяет совместить несколько процессов [4]: повышение давления наддувочного воздуха, его контактное и экологическое увлажнение, что, в свою очередь, обеспечит сокращение затрат мощности компрессора, а также снизит выбросы NO_x. Эффект термопрессии заключается в повышении давления газа в процессе мгновенного испарения воды, которая впрыскивается в газовый (воздушный) поток, ускоренный до

околозвуковой скорости [5]. При этом на испарение воды отводится теплота от наддувочного воздуха, в результате чего снижается его температура с одновременным повышением давления.

В рассматриваемой схеме воздух всасывается турбокомпрессором и сжимается до давления, меньшего давления на входе в цилиндры ДВС. Сжатый воздух с высокой температурой поступает на испарительное охлаждение в термопрессор. Благодаря эффекту термогазодинамической компрессии температура воздуха значительно снижается, а давление повышается до величины, необходимой для подачи в цилиндры двигателя. Использование распыления жидкости в термопрессоре, в случае его установки за турбокомпрессором позволит частично или полностью исключить применение конструктивно более сложных систем увлажнения наддувочного воздуха. Особенностью предложенной системы является то, что количество впрыскиваемой воды больше необходимой для испарения в процессе термогазодинамической компрессии. Это позволяет уменьшить потери на трение на конечном участке рабочей камеры термопрессора, а также дополнительно увеличить влагосодержание воздуха на входе в цилиндры двигателя.

Анализ работы термопрессорной системы был проведен относительно среднеоборотного двигателя фирмы "Wärtsilä" серии 46. Исследования показали, что при начальных параметрах воздуха на входе в турбокомпрессор: температуре $t = 25...40$ °С, относительной влажности $\varphi = 40...70\%$, влагосодержание воздуха за термопрессором составляет при степени повышения давления в турбокомпрессоре $\pi_к = 3,0$ – $d_{в2} = 40...120$ г/кг, а при $\pi_к = 4,0$ – $d_{в2} = 50...135$ г/кг, что, в свою очередь, позволяет уменьшить выбросы оксидов азота NO_x на 50...70% при $\pi_к = 3,0$ и на 65...85% при $\pi_к = 4,0$.

Общее повышение давления воздуха достигает $\Delta P = 10...15\%$. Количество воды, необходимое для впрыска в термопрессор – $G_w = 3,5...6,5\%$. Количество воды, попадающей в цилиндры двигателя, относительно количества сжигаемого топлива составляет $(G_w/G_т) = 1,3...1,9$ при $\pi_к = 3,0$ и 1,7...2,3 при $\pi_к = 4,0$.

Список литературы:

1. Горбов В.М. Енциклопедія суднової енергетики [Текст] / В.М. Горбов. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.

2. Возницкий И.В. Современные судовые среднеоборотные двигатели [Текст] / И.В. Возницкий. – Санкт-Петербург: изд. ГМА им. адм. Макарова, 2005. – 150 с.

3. Steffens D. The Diesel Engine and the Environment [Text] / D. Steffens. – Session chair. Wayne Cole, Cole Engineering. Houston, Texas, September 16-17, 2003. – 36 p.

4. Термопресорні системи охолодження надувного повітря суднових [Текст] / Д.В. Коновалов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – №10(87). – с. 44-48.

5. Вулис Л.А. Термодинамика газовых потоков [Текст] / Л.А. Вулис. – М.Л.: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

УДК 621.432:621.57

ТРАНСФОРМАЦИЯ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ (В ТРОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЛИВИИ)

Рамзи Камел Эл Герби, PhD, доцент
Политехнический институт, , г. Триполи, Ливия,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина

Основу электроэнергетической отрасли Ливии составляют газовые турбогенераторы. На жилой сектор (включая кондиционирование воздуха) приходится 27 % общего потребления электроэнергии, на объекты общественного назначения – 28% и на коммерческие организации – 12%. Наибольшее потребление электроэнергии приходится на Триполи, меньше – на центральный и южный регионы.

Климатические условия эксплуатации газотурбинных установок (ГТУ) отличаются высокими температурами наружного воздуха $t_{нв}$ на входе ГТУ. Показано, что температура $t_{нв}$ и относительная влажность φ наружного воздуха сильно меняются в течение суток. При этом в полдень температура $t_{нв}$ максимальная, а относительная влажность φ минимальная. Поэтому необходимо учитывать текущие изменения температуры наружного воздуха ниже $t_{нв}$ и относительной влажности $\varphi_{нв}$ в течение суток.

В установках автономного энергообеспечения наиболее часто применяются ГТУ регенеративного типа, в которых сжатый воздух перед камерой сгорания нагревают выпускными газа.

Из-за высоких температур наружного воздуха $t_{нв}$ на входе эффективность ГТУ снижается: удельный расход топлива b_e увеличивается, а эффективная мощность ГТУ N_e уменьшается. Так, при повышении температуры воздуха на входе на 1 ºС удельный расход топлива увеличивается на величину $\Delta b_e / \Delta t = 0,7$

г/(кВт·ч) и выше по сравнению с величинами при $t_{нв}$ = 15 ºС. При повышении температуры воздуха на входе на 1ºС мощность ГТУ уменьшается на величину $\Delta N_e / \Delta t$ = 0,6…1,0 % по сравнению с их величинами при температуре $t_{нв}$ = 15 ºС. Поэтому для повышения эффективности ГТУ надо охлаждать воздух на входе ГТУ.

В системах автономного энергообеспечения холод получают в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах (АБХМ) - термотрансформаторах (АБТТ), которые используют тепло уходящих газов, точнее горячей воды, нагретой газами. АБХМ. При этом холод используют либо для комфортного кондиционирования разных объектов (комплексов), либо только для охлаждения воздуха на входе ГТУ.

Из-за невысокой температуры уходящих газов регенеративных ГТУ $t_{уг}$ = 250 ºС их теплоты не хватает для одновременного охлаждения воздуха на входе ГТУ и комфортного кондиционирования с помощью теплоиспользующих холодильных машин. Кроме того, в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах (АБХМ) невозможно охладить воздух на входе ГТУ до температуры ниже $t_{в2}$ = 15 ºС, так как температура холодной воды, которую получают в АБХМ, высокая: $t_{х.в}$ = 7…10 ºС.

В то же время в эжекторных холодильных машинах (ЭХМ) на хладонах можно было бы охлаждать воздух на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС и даже ниже, так как температура кипения хладонов низкая: t_0 = 0…3 ºС. Однако тепловой коэффициент ЭХМ невысокий $\zeta_{ЭХМ}$ =0,15…0,30, и поэтому теплоты уходящих газов регенеративных ГТУ не хватает для охлаждения воздуха на входе ГТУ с помощью ЭХМ и для комфортного кондиционирования.

Получены значения теплового коэффициента для существующих систем утилизации теплоты уходящих газов регенеративных ГТУ с получением холода в АБХМ и охлаждением воздуха на входе ГТУ Capstone C1000 (5 ГТУ Capstone C200) до температуры $t_{в2}$ = 15 ºС (тепловой коэффициент $\zeta_{СУАХМ15}$ примерно 0,1) или же для кондиционирования воздуха (тепловой коэффициент $\zeta_{СУ.КВ}$ около 0,4). Рассчитаны значения теплового коэффициента, которые можно было бы получить, если бы одновременно охлаждали воздух на входе ГТУ и для кондиционирования воздуха.

Показано, что одновременно охлаждать воздух на входе ГТУ до $t_{в2}$ = 10 ºС и для кондиционирования воздуха (до $t_{в2}$ = 15 ºС) можно, если повысить эффективность трансформации теплоты в холод – увеличить тепловой коэффициент до $\zeta_{СУ.АЭХМ10КВ}$ примерно 0,5…0,55, т.е. на 20…25 % по сравнению с $\zeta_{СУ.КВ}$ около 0,4.

Рассчитано снижение температуры воздуха Δt при охлаждении воздуха на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС в ЭХМ на величину Δt_{10} и при охлаждении воздуха на входе ГТУ до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБХМ на величину Δt_{15} для Триполи в июле 2009.

Показано, что за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС можно уменьшить удельный расход топлива дополнительно на 2...3 г/(кВт·ч), т.е. на 20…30 %, по сравнению с охлаждением в АБХМ до $t_{в2}$ = 15 ºС. Но для этого надо разработать эффективную комбинированную систему трансформации.

Цель исследования - повышение эффективности трансформации теплоты выпускных газов регенеративных ГТУ с охлаждением воздуха на входе, что обеспечивает сокращение потребления топлива и увеличение мощности установок автономного электро-, тепло- и холодоснабжения.

В качестве примера взят типовой для Ливии проект офисного комплекса: потребляемая электроэнергия-около 1000 кВт. Электростанция на базе регенеративной ГТУ Capstone C1000 (N_e = 1000 кВт). Расход холода на систему комфортного кондиционирования: $Q_{0.КВ} \approx$ 600 кВт.

Рассчитаны располагаемый холод при трансформации теплоты выпускных газов Capstone C1000 (N_e = 1000 кВт) в АБТТ $Q_{0.уг.15}$, затраты холода на кондиционирование воздуха $Q_{0.КВ}$ (охлаждение воздуха до $t_{в2}$ = 15 ºС) и на охлаждение воздуха на входе ГТУ до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБТТ $Q_{0.15}$ и суммарные затраты холода $Q_{0.сум15} = Q_{0.15} + Q_{0.КВ}$.

Показано, что располагаемого холода в АБТТ $Q_{0.уг.15}$ намного больше, чем требуется на кондиционирование воздуха $Q_{0.КВ}$ (до $t_{в2}$ = 15 ºС) и на охлаждение воздуха на входе ГТД до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБТТ. Однако располагаемого холода в ЭТТ $Q_{0.уг.10}$ не хватает на кондиционирование воздуха $Q_{0.КВ}$ (до $t_{в2}$ = 15 ºС) и на охлаждение воздуха на входе ГТД до $t_{в2}$ = 10 ºС в ЭТТ.

Если разделить дефицит холода на доохлаждение воздуха на входе ГТД от $t_{в2}$ = 15 ºС (после АБТТ) до $t_{в2}$ = 10 ºС (в ЭТТ): $\Delta Q_{0.10} = Q_{0.сум10} - Q_{0.сум15}$, на избыток теплоты уходящих газов при охлаждении воздуха на входе ГТУ в АБТТ до температуры $t_{в2}$ = 15 ºС: $\Delta Q_{уг.15} = Q_{уг} - \sum Q_{г.15}$, то получают требуемый тепловой коэффициент дополнительной ступени охлаждения воздуха от $t_{в2}$ = 15 ºС до $t_{в2}$ = 10 ºС: $\zeta_{ЭХМ} = \Delta Q_{0.10} / \Delta Q_{уг.15}$ для ступенчатого термотрансформатора: $\zeta_{ЭХМ}$ = 0,10…0,15.

Разработан ступенчатый абсорбционно-эжекторный термотрансформатор (САЭТТ).

Показано, что годовая экономия топлива $B_{т.у1}$ (на 1 кВт мощности ГТУ) при охлаждении воздуха до $t_{в2}$ = 10 ºС (в двухступенчатом САЭТТ) в 1,5 раза больше, чем при охлаждении воздуха до $t_{в2}$ = 15 ºС в АБТТ.

Исследована схема системы двухступенчатого охлаждения воздуха на входе ГТД сначала в АБТТ высокотемпературной ступени до $t_{в2}$ = 15 ºС (холодной водой с $t_х$ = 3…5 °С), а потом в ЭТТ низкотемпературной ступени от $t_{в2}$ = 15 ºС до $t_{в2}$ = 10 ºС в абсорбционно-эжекторном термотрансформаторе (САЭТТ).

Поскольку фирмы-разработчики дают характеристики для АБТТ (тепловой коэффициент ζ и другие параметры), то задачей было разработать математическую модель для расчета параметров низкотемпературной эжекторной ступени термотрансформатора. Математическая модель была использована в методике расчета теплового коэффициента ступенчатого абсорбционно-эжекторного термотрансформатора, в котором абсорбционный термотрансформатор (АБТТ) является верхней – высокотемпературной ступенью, а эжекторный термотрансформатор (ЭТТ) нижней – низкотемпературной ступенью.

Адекватность математической модели проверяли путем сравнения расчетных значений теплового коэффициента $\zeta_р$ (по модели) и экспериментальных $\zeta_э$ значений тепловых коэффициентов, полученных в НУК-НКИ (на хладоне R12) и в ОГАХ (Одесской государственной академии холода на хладоне R142b). Результаты сравнения показали, что расхождение не превышает 15 %, что можно считать удовлетворительным. При этом рассчитанные по модели значения $\zeta_р$ несколько ниже экспериментальных данных $\zeta_э$, т.е. есть запас по ζ.

Установлено, что надо повышать тепловой коэффициент ЭХМ $\zeta_{ЭХМ}$, поскольку его величина намного ниже чем АБХМ $\zeta_{АБХМ}$ и вызывает снижение $\zeta_{САЭХМ}$ всей САЭХМ.

Для увеличения тепловых коэффициентов САЭХМ $\zeta_{саэхм}$ надо разработать такой способ эжектирования, который обеспечивал бы повышение тепловых коэффициентов ЭХМ $\zeta_{эхм}$ при высоких температурах конденсации $t_к$.

Исследована схема системы глубокой утилизации теплоты выпускных газов регенеративного ГТУ в двухступенчатом абсорбционно-эжекторном термотрансформаторе (САЭТТ) с двухступенчатым эжектором и получены зависимости тепловых коэффициентов ζ для ЭТТ с двухступенчатым эжектированием и одноступенчатым эжектированием от температуры $t_к$ конденсации хладона R142b.

Показано, что двухступенчатое эжектирование особенно выгодно при высоких температурах конденсации $t_к$ =35…40 °С и обеспечивает повышение тепловых коэффициентов более чем в два раза по сравнению с одноступенчатым эжектированием.

Определены рациональные параметры абсорбционного и эжекторного термотрансформаторов для охлаждения воздуха на входе ГТУ в климатических условиях г.Триполи и Хон: установленные удельные холодильные мощности q_0 (при расходе воздуха $G_в$ = 1 кг/с) при охлаждении воздуха до температуры $t_{в2}$ =10 °С в САЭТТ и до температуры $t_{в2}$ =15 °С.

Рациональные установленные удельные холодильные мощности термотрансформаторов q_0 – это такие значения мощности, которые обеспечивают максимальную удельную экономию топлива $B_{т.у1}$ (на 1 кВт мощности ГТУ), причем при высоких темпах приращения.

Показано, что установленные удельные холодильные мощности q_0 для г. Триполи и г. Хон примерно одинаковые, но экономия топлива $B_{т.у1}$ для г. Хон (с более высокой температурой наружного воздуха) больше, так как на большую величину снижается температура наружного воздуха при охлаждении воздуха до одной и той же температуры, например, до $t_{в2}$ =15 °С (в АБТТ) или до $t_{в2}$ =10 °С во всей САЭТТ.

На верхнем рисунке на слайде 19 показаны значения суммарных годовых потенциалов П охлаждения воздуха на входе ГТУ за 2007-2013 годы при охлаждении воздуха от температуры наружного воздуха $t_{нв}$ до разных температур: $t_{в2}$ =15 °С в АБТТ, $t_{в2}$ =10 °С в САЭТТ для Триполи.

Построены диаграммы значений годовой экономии топлива $B_т$ и увеличения производства электроэнергии $\Sigma(\Delta N_{e\Sigma} \cdot т)$ за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ С1000 в САЭТТ и в АБТТ для приморских городов (Налут, Триполи, Бенгази, Шахат) с тропическим климатом и городов центрального и южного регионов (Хон, Джалу) с сухим тропическим климатом. Показано, что наибольшая годовая экономия топлива $B_т$ =75…80 т и увеличения производства электроэнергии $\Sigma(\Delta N_{e\Sigma} \cdot т)$ = 1500…1600 МВт·ч имеет место для центрального и южного регионов (Хон, Джалу) с сухим тропическим климатом. В приморских городах Бенгази и Триполи годовая экономия топлива $B_т$ =63…68 т и увеличение производства электроэнергии $\Sigma(\Delta N_{e\Sigma} \cdot т)$ = 1250…1350 МВт·ч.

Результаты расчетов показывают также, что срок окупаемости таких теплоиспользующих установок охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ на базе САЭТТ составляет примерно 4 года при цене газа 250$ за 1 тыс.м^3 газа.

Рассчитана удельная (на 1 кВт Ne) годовая экономия топлива за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ в АБТТ до 15°С и в САЭТТ до 10°С в зависимости от удельной установленной мощности холодильной машины q_0. Показано, что при увеличении q_0 годовая экономия топлива сначала увеличивается сильно, а потом почти не меняется.

Поэтому удельная холодильная мощность q_0 =25 кВт/(кг/с) для АБТТ – рациональная; q_0 =35 кВт/(кг/с) для САЭТТ – рациональная; q_0 =10 кВт/(кг/с) для низкотемпературной эжекторной – рациональная.

ВЫВОДЫ

В работе решена научно-прикладная задача – разработана система трансформации низкопотенциальной теплоты выпускных газов (температура около 250 °С) регенеративных ГТУ малой мощности в холод

принципиально нового – ступенчатого типа с высокоэффективным АБТТ (с высоким коэффициентом трансформации теплоты ζ) как высокотемпературной ступенью и менее эффективным ЭТТ как низкотемпературной, что обеспечивает охлаждение воздуха на входе ГТУ и холодоснабжение автономных комплексов разного назначения, значительную экономию топлива и увеличение мощности ГТУ в условиях тропического климата.

1. Выявлены резервы повышения топливной эффективности регенеративных ГТУ установок автономного энергообеспечения путем совершенствования систем трансформации теплоты отработанных газов с охлаждением воздуха на входе в климатических условиях Ливии.

2. Получили дальнейшее развитие способы повышения эффективности ГТУ малой мощности с ограниченным сбросным энергопотенциалом в тропических условиях эксплуатации путем ступенчатой трансформация теплоты отработанных газов и глубокого охлаждения воздуха на входе, которые обеспечивают сокращение удельного расхода топлива и возрастание мощности ГТУ по сравнению с одноступенчатыми процессами.

3. Впервые разработана система ступенчатой абсорбционно-эжекторной трансформации низкопотенциальной теплоты регенеративных ГТУ установок автономного энергообеспечения с АБТТ как высокотемпературной ступенью и ЭТТ как низкотемпературной, которая благодаря более глубокому охлаждению воздуха на входе ГТУ обеспечивает на 30…40 % большее сокращение расхода топлива для климатических условий Ливии по сравнению с традиционными абсорбционными системами.

4. Разработаны физическая и математическая модели процессов ступенчатой абсорбционно-эжекторной трансформации низкопотенциальной теплоты отработанных газов регенеративных ГТУ с охлаждением воздуха на входе, которые позволяют определять рациональные параметры абсорбционной и эжекторной ступеней (удельные холодопроизводительности ступеней, температурные режимы, тепловые коэффициенты) для тропических условий эксплуатации. Адекватность результатов расчета коэффициентов трансформации ζ теплоты в холод по разработанной математической модели подтверждено экспериментальными данными других авторов по ζ для ЭТТ как низкотемпературной ступени САЭТТ.

5. Определены параметры рациональной организации процессов ступенчатой абсорбционно-эжекторной трансформации теплоты отработанных газов регенеративных ГТУ малой мощности с охлаждением воздуха на входе (температуры охлаждения воздуха и удельные холодопроизводительности ступеней трансформации теплоты), которые обеспечивают сокращение удельного расхода топлива на 7…12 г/(кВт·ч) и увеличение мощности ГТУ на 10…15 % для высоких температур наружного воздуха, характерных для Ливии.

6. Показано, что переход на двухступенчатую низкотемпературную ступень трансформации сбросной теплоты ГТУ обеспечивает возрастание коэффициента трансформации ζ теплоты в холод на 20…25 % по сравнению с одноступенчатой с соответствующим повышением топливной эффективности, что особенно важно для эксплуатации установок автономного энергоснабжения в условиях сухого тропического климата.

7. Разработаны диаграммы, которые дают возможность оценивать эффект от охлаждения воздуха на входе регенеративных ГТУ, определять рациональные тип и установленную мощность термотрансформатора в соответствии с климатическими условиями эксплуатации установок автономного энергообеспечения, которые обеспечивают уменьшение расхода топлива и увеличение производства электроэнергии.

УДК 621.432:621.57

ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРАМИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЛИВИИ

Рами Камел Эл Герби, PhD, доцент
Колледж гражданской авиации, г. Триполи, Ливия,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина

Основу электроэнергетической отрасли Ливии составляют газовые турбогенераторы. Суммарная мощность 5000 МВт. Вся сеть электростанций (ЭС) Ливии разбита на 6 регионов: Триполи (32 %), Бенгази (15 %), западный регион (20 %; Нелут), центральный (18 %; Хон), восточный (6 %; Шахат), Южный (9 %; Джалу).

Климатические условия эксплуатации газотурбинных установок (ГТУ) в этих регионах отличаются высокими температурами наружного воздуха $t_{нв}$ на входе ГТУ. Значения температуры t, относительной влажности φ и влагосодержания d наружного воздуха в июле 2009 года для Триполи показаны на рисунке слева).

Из-за высоких температур наружного воздуха $t_{нв}$ на входе эффективность ГТУ снижается: удельный расход топлива b_e увеличивается, а эффективная мощность ГТУ N_e уменьшается. Так, при температурах $t_{нв}$

наружного воздуха на входе ГТУ 35…40 ºС эффективная мощность ГТУ N_e уменьшается до 80 % по сравнению с ее номинальной величиной при температуре $t_{нв}$ = 15 ºС. Для турбин простого цикла разной мощности N_e (от 1 МВт до 250 МВт) при повышении температуры воздуха на входе на 1 ºС удельный расход топлива увеличивается на величину $\Delta b_e / \Delta t$ = 0,35…0,8 г/(кВт·ч) по сравнению с их величинами при температуре воздуха 15 ºС. **П**ри повышении температуры воздуха на входе на 1 ºС мощность ГТУ уменьшается на величину $\Delta N_e / \Delta t$ = 0,5…0,9 %.

Таким образом, охлаждение воздуха на входе приводит к улучшению топливной эффективности ГТУ (уменьшению удельного расхода топлива) и увеличению мощности ГТУ, т.е. увеличению производства электроэнергии. Поэтому для повышения эффективности ГТУ надо охлаждать воздух на входе ГТУ. Холод можно получать в теплоиспользующих холодильных машинах (термотрансформаторах), в которых использовать тепло уходящих газов.

Целью научного исследования является повышение топливной эффективности ГТУ путем охлаждения воздуха на входе трансформацией тепла уходящих газов.

Показано, что количество холода Q_0 , которое можно получить в холодильных машинах из тепла уходящих газов $Q_г$, в несколько раз больше, чем надо холода для охлаждения воздуха на входе ГТУ на 25 и 40 °С. Для оценки эффекта от охлаждения воздуха на входе ГТУ (экономии топлива) в разных климатических условиях эксплуатации была использована методология, которая предложена к.т.н., доц. Радченко А.Н. и базируется на "потенциале охлаждения". Потенциал охлаждения воздуха на входе ГТУ – это произведение величины снижения температуры наружного воздуха $\Delta t_в = t_{нв} - t_{в2}$ на входе ГТУ в холодильной машине и соответствующего промежутка времени т, т.е. П = $\Delta t_в$ т, ºС·ч. Если промежуток времени т равный 1 часу, то получают текущий, часовой, потенциал охлаждения воздуха на входе ГТУ. Сумма текущих потенциалов охлаждения воздуха за определенный промежуток времени (сутки, месяц, год) – это суммарный потенциал охлаждения воздуха на входе ГТУ соответственно за сутки, месяц и год.

Зная термочасовой потенциал охлаждения воздуха на входе ГТУ, легко посчитать экономию топлива $B_т$ для ГТУ за сутки, месяц и год. Для этого значение потенциала охлаждения П надо умножить на величину снижения удельного расхода топлива при охлаждении воздуха на входе ГТУ на 1 °С (например, 0,35 г/(кВт·ч)) и на мощность ГТУ $N_{e.}$, кВт, например 10000 кВт.

В водоаммиачных абсорбционных или эжекторных холодильных машинах (термотрансформаторах ВАТТ или ЭТТ) можно охладить воздух на входе ГТУ до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС и даже ниже, а в бромистолитиевых абсорбционных холодильных машинах (АБТТ) – до $t_{в2}$ = 15 ºС. Соответственно и экономия топлива будет разной.

Рассчитаны текущие по месяцам и суммарные годовые потенциалы П охлаждения воздуха на входе ГТУ за 2009 год для основных городов Ливии при разных температурах охлажденного воздуха $t_{в2}$ в холодильных машинах разного типа. По величине годового потенциала П охлаждения воздуха на входе ГТУ выбирают тип холодильной машины. Годовой потенциал П охлаждения воздуха на входе ГТУ в водоаммиачной или эжекторной холодильной машине (ВАТТ или ЭТТ) до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС в полтора раза больше, чем годовой потенциал П охлаждения воздуха на входе ГТУ до $t_{в2}$ = 15 ºС в бромистолитиевой холодильной машине (АБТТ). Отсюда вывод: надо выбирать водоаммиачную или эжекторную холодильную машину (температура охлажденного воздуха $t_{в2}$ = 10 ºС), а не абсорбционную бромистолитиевую машину (температура воздуха $t_{в2}$ = 15 ºС).

По годовому потенциалу охлаждения выбирают рациональную установленную (проектную) удельную q_0 холодильную мощность, приходящуюся на единицу расхода воздуха через ГТУ. Для каждой температуры охлажденного воздуха $t_{в2}$ годовой потенциал охлаждения П сначала увеличивается высокими темпами с увеличением удельной q_0 холодильной мощности до некоторой величины, например, q_0 = 35 кВт/(кг/с) при температуре воздуха $t_{в2}$ = 10 ºС. А потом при дальнейшем увеличении удельной холодильной мощности q_0 больше q_0 = 35 кВт/(кг/с) годовой потенциал охлаждения П почти не меняется. Эту величину удельной холодильной мощности q_0 = 35 кВт/(кг/с) (при температура воздуха $t_{в2}$ = 10 С), которой соответствует практически максимальное значение годового потенциала охлаждения, причем при высоких темпах его приращения ($П_{10}$ = 90000 ºС·ч при температуре воздуха $t_{в2}$ = 10 С) считаем рациональной, исходя из нее рассчитываем полную холодильную мощность Q_0 для заданного расхода воздуха $G_в$ через конкретную ГТУ.

При охлаждении воздуха на входе ГТУ мощностью 10 МВт (расход воздуха $G_в$ = 40 кг/с) до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС (в водоаммиачной или эжекторной холодильной машине) рациональная установленная холодильная мощность равна Q_0 = 1400 кВт. Ей соответствует годовая экономия топлива $B_{т.10МВт}$ = 300 т.

Разработана математическая модель процессов охлаждения воздуха в охладителе на входе ГТУ. В основу модели положены законы сохранения энергии в виде тепловых балансов для испарителя-воздухоохладителя с кипением НРТ (хладона) в трубах и пластинчатым оребрением И-ВО по воздуху и по хладагенту (НРТ), а также уравнение теплопередачи, закон сохранения массы при фазовых переходах хладагента НРТ.

Адекватность математической модели процессов охлаждения воздуха с кипением НРТ (хладона) в И-ВО проверяли путем сравнением результатов расчета по модели с результатами расчетов по программе фирмы "Guntner" – одного из основных разработчиков теплообменных аппаратов. Достоверность этих данных подтверждена результатами стендовых испытаний фирмы-разработчика "Guntner". Получено, что расхождение значений холодопроизводительности И-ВО, рассчитанных по математической модели и программе фирмы "Guntner" $Q_р$ и $Q_э$, снижения температуры воздуха в И-ВО, аэродинамического сопротивления не превышает 10…15 %, что можно считать удовлетворительным.

С помощью разработанной математической модели была проанализирована тепловая эффективность разработанных новых схемных решений И-ВО, которые позволяют так организовать процессы охлаждения воздуха с кипением хладагента (НРТ), чтобы обеспечить интенсивную теплопередачу на всей поверхности И-ВО, независимо от изменения тепловой нагрузки.

Исследована схема ГТУ с эжекторным термотрансформатором и получены характеристики змеевикового И-ВО по глубине О.

Рассчитаны годовые потенциалы П охлаждения воздуха на входе ГТУ в зависимости от температуры охлажденного воздуха на входе ГТУ $t_{в2}$ за 2009 г. для 6 регионов Ливии.

Получены значения общей экономии топлива $В_т^р$ для всей энергосистемы Ливии в 6 регионах за счет охлаждения воздуха на входе до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС (в водоаммиачном или эжекторном термотрансформаторе (ВАТТ или ЭТТ)) и до $t_{в2}$ = 15 ºС (в абсорбционном бромистолитиевом термотрансформаторе (АБТТ)).

Показано, что общая годовая экономия топлива для всей энергосистемы Ливии (в 6 регионах) за счет охлаждения воздуха на входе ГТУ в ВАТТ или ЭТТ до $t_{в2}$ = 10 ºС составляет $В_т^р$ = 170 тыс.т, а при охлаждении воздуха на входе ГТУ в АБТТ до $t_{в2}$ = 15 ºС намного меньше: $В_т^р$ = 100тыс.т.

Составлена климатическая карта Ливии, которая позволяет оценивать потенциал охлаждения воздуха на входе ГТУ и эффект от охлаждения воздуха на входе ГТУ в разных регионах Ливии в виде годовой экономии топлива Вт и увеличения выработки электроэнергии за счет увеличения мощности ГТУ в результате охлаждения воздуха на входе до температуры $t_{в2}$ = 10 ºС (в ВАТТ или ЭТТ) и до $t_{в2}$ = 15 ºС (в АБТТ).

ВЫВОДЫ

1. Решена научно-прикладная задача повышения эффективности охлаждения воздуха на входе ГТУ трансформацией теплоты отработанных газов и определение рациональных параметров процессов охлаждения, обеспечивающих сокращение потребление топлива при высоких температурах воздуха на входе.

2. Выявлены резервы повышения топливной эффективности электрогенерирующих ГТУ простого цикла использованием теплоты отработанных газов для охлаждения воздуха на входе в климатических условиях Ливии. Показано, что традиционное проектирование аппаратов охлаждения на максимальную тепловую нагрузку приводит к завышению мощности термотрансформаторов на 20…30 % в реальных условиях эксплуатации с меняющейся температурой воздуха на входе в течение суток, месяца, года.

3. Разработан способ определения рационального типа и параметров термотрансформатора для охлаждения воздуха на входе ГТУ, прежде всего холодильной мощности (холодопроизводительности) и температуры хладоносителя, который учитывает текущие снижения температуры воздуха и их продолжительность в течение года, позволяет оценивать эффективность охлаждения воздуха на входе ГТУ для климатических условий регионов Ливии, где расположены ЭС.

4. Предложен и реализован уточненный подход к проектированию охладителей воздуха на входе ГТУ для сухого тропического климата, согласно которому их расчет проводят на тепловую нагрузку термотрансформаторов на 20…30 % ниже максимальной, чему соответствуют значения потенциала охлаждения на 3…5 % меньше суммарного годового потенциала, а не на максимальную тепловую нагрузку, как принято в практике проектирования.

5. Выявлены особенности процессов охлаждения воздуха на входе ГТУ трансформацией теплоты отработанных газов, состоящие в более пологом характере темпов приращения завершающей доли суммарного потенциала охлаждения воздуха по достижении 95…97 % его максимальной величины, на которую приходится 20…30 % тепловой нагрузки термотрансформатора.

6. Уточнены принципы рациональной организации процессов охлаждения воздуха на входе ГТУ, которые предполагают неполное испарение и рециркуляцию НРТ в воздухоохладителях, что обеспечивает их высокую эффективность при неравномерной тепловой нагрузке по ходу воздуха, учитывают возрастание влияния неравномерного распределения нагрузки при высоких температурах наружного воздуха и больших его расходах, характерных для ГТУ ЭС, когда в одних теплообменных секциях имеет место перегрев пара НРТ с крайне низкой интенсивностью теплоотдачи, а на выходе из других – парожидкостная смесь.

7. Уточнены физическая и математическая модели процессов охлаждения воздуха на входе ГТУ в аппаратах с фазовым переходом НРТ, которые позволяют рассчитывать локальные параметры воздуха и НРТ, выявить участки поверхности, на которых происходит их ухудшение (падение интенсивности кипении

НРТ и плотности теплового потока), вызванное особенностями фазовых переходов НРТ при больших расходах воздуха и высоких его температурах, характерных для климатических условий Ливии.

8. Для условий эксплуатации с сухим тропическим климатом определены параметры рациональной организации процессов охлаждения воздуха на входе ГТУ трансформацией теплоты отработанных газов (способ циркуляции НРТ, параметры НРТ и охлаждаемого воздуха), которые обеспечивают поддержание сравнительно низкой температуры воздуха на входе ГТУ, сокращение удельного расхода топлива на 5…7 г/(кВт·ч) и увеличение мощности ГТУ на 10…15 %.

9. Составлена климатическая карта для регионов Ливии, в которых расположены ЭС, позволяющая оценивать потенциал охлаждения воздуха на входе ГТУ и эффект от его реализации, определять рациональный тип и установленную мощность термотрансформатора, обеспечивающие уменьшение расхода топлива и увеличение производства электроэнергии за счет поддержание температуры воздуха на входе ГТУ близкой 10 °С.

УДК: 621.517+621.577].041:521.527:621.565.8

РІДИННО-ПАРОВОИЙ СТРУМЕНЕВИЙ КОМПРЕСОР, ЯК ЕЛЕМЕНТ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Арсеньєв В. М., Чех О. Ю., Прокопов М. Г.

Мета роботи. Розробити розрахункову модель зміни параметрів струменевого компресора при фіксованій геометрії апарату в залежності від варіативності навантажень на основні елементи термотрансформатора.

Результати. Одним з перспективних напрямів підвищення енергоефективності термотрансформаторів, які працюють на природних (R744, R718) та синтетичних (R134a) холодоагентах є використання кінетичної енергії двофазного потоку після дроселювання з достатньо високого рівня тиску, що має місце у холодильних машинах і теплових насосах. У подібних схемах термотрансформаторів ежектор виконує функцію попередньої ступені компресії з метою зниження навантаження на стиснення робочої речовини в основному компресорі.

Розроблений на кафедрі технічної теплофізики СумДУ спосіб струменевої термокомпресії для термотрансформації тепла низькопотенційних джерел, у якості активного потоку передбачає використовувати скипаючу, недогріту до насичення рідку фазу робочої речовини. У вихідному перерізі сопла формується надзвуковий робочий струмінь дрібнодисперсної парокрапельної структури. Стиснутий у струменевому компресорі (ежекторі) пар пасивного потоку з випарника після сепарації прямує в контур конденсатор-дросель-випарник, а насичена рідина відбирається насосом у циркуляційний контур і після підігріву у теплообміннику надходить в активне сопло ежектора.

Для опису режимних характеристик такого термотрансформатора розроблена модель зміни параметрів ежектора при фіксованій геометрії апарату в залежності від варіативності навантажень на випарник та конденсатор. Для вказаної мети було виконано моделювання процесу релаксаційного пароутворення з використанням програмного комплексу ANSYS CFX.

Така модель дозволяє знизити час і капітальні витрати на дослідження роботи апарату, що в свою чергу призводить до більш якісного підходу у дослідженні роботи експериментального зразка.

Висновки. 1. Створена розрахункова модель зміни параметрів ежектора в залежності від варіативності навантажень на основні елементи установки.

2. Отримані, за допомогою математичної моделі результати фізичних процесів у активному соплі ежектора, були підтверджені експериментом з відхиленням не більше 10%.

УДК 621.577:658.26

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАВЧАЛЬНО-АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ ХЕРСОНСЬКОЇ ФІЛІЇ НУК

Калініченко І.В., ст. викладач, Сидорова В.І., студентка,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування (Херсон)

На сьогоднішній день теплогенеруючим джерелом для навчально-адміністративної будівлі Херсонської філії Національного університету кораблебудування (НУК) є міська ТЕЦ, яка знаходиться від нього на відстані близько 10 км, що обумовлює значні втрати тепла при доставці теплоносія. З огляду на часті перебої в роботі ТЕЦ, а також незадовільний стан тепломереж, виникло питання про перехід від централізованого до автономного теплопостачання.

За принципом дії найбільш поширеними є парокомпрессорная або абсорбційна схеми теплових насосів. Як джерело теплоти низького потенціалу можна використовувати грунтові води (t = 8…15 °С), грунт (t = 5 ... 10 °С), атмосферне повітря (t = 0 ... 10 °С), водопровідну воду (t = 9 ... 20 °С), каналізаційні стоки (t = 10 ... 17 °С). При виборі джерела для даної системи теплопостачання було проаналізовано ряд існуючих варіантів теплонасосних установок, що використовуються для автономного опалення будівлі.

Труднощі, що виникають при використанні теплового насоса "повітря-вода" для навчально-адміністративної будівлі ХФ НУК пов'язані з тим, що сама будівля старої споруди і прокласти повітроводи витяжної вентиляції до приміщення теплового насоса важко.

Недолік грунтової теплонасосної установки полягає в тому, що незалежно від характеристик грунту поверхню грунтових колекторів становить від однієї до двох площі опалювальних приміщень, або перевищувати її вдвічі. Навчально-адміністративний будинок ХФ НУК розташований в центральному густонаселеному районі міста, і розмістити грунтовий колектор такої площі теплообміну досить трудомісткий процес.

Використання ж геліоколлекторних теплових насосів для теплопостачання в "холодні" місяці енергетично не доцільно.

На підставі проведеного аналізу реально можливих джерел низькопотенційної теплоти була запропонована теплонасосная установка "вода-вода" з використанням теплоти води, що повертається з системи центрального теплопостачання (обратка). Підвищена в порівнянні з іншими джерелами температура води в зворотному трубопроводі забезпечує досягнення високих коефіцієнтів трансформації теплоти, що робить теплонасосну установку цілком конкурентоспроможною по відношенню до систем центрального опалення.

В тепловому насосі є три основних агрегата (випарник, конденсатор, компресор) і три основних контури (хладоновий, водяні джерела споживача теплоти). По трубках випарника рухається вода, що повертається з системи опалення до ТЕЦ, з температурою $t_{обор}$ = +20 °С. Шляхом регулювання дросельним клапаном налаштовується такий тиск хладону у випарнику, щоб температура його кипіння склала t_0 = +10 °С. При тепловому контакті з "гарячими" трубками частина хладону закипає, відбираючи таким чином теплоту від води. Охолоджена вода $t_{обор}$= + 18 °С йде назад на ТЕЦ. Газоподібний хладон всмоктується компресором, стискається ним, нагрівається і нагнітається в конденсатор. Потрапляючи в міжтрубний простір і вступаючи в тепловий контакт з водою з системи автономного опалення з температурою $t_в$ = + 50 °С, хладон конденсується при температурі $t_к$ = + 60 °С на "холодних" трубках конденсатора, передаючи свою теплоту воді з системи опалення. Потім рідкий хладон стікає на дно конденсатора, звідки за рахунок перепаду тиску через дросельний клапан повертається у випарник. Далі цикл повторюється. Устаткування теплонасосної установки дозволяє регулювати як температуру прямої води опалення, так і кількість переданої їй теплоти.

Після вибору робочого режиму був зроблений розрахунок показників циклу і підбір холодильного агента. Виходячи з проведених розрахунків, був вибраний хладон R142b.

При розрахунках планується, що проектована теплонасосная установка опалює ¼ частини чотириповерхової будівлі (площа опалюваного приміщення становить 700 м^2). Теплопродуктивність становить 36 кВт, витрати води від ТЕЦ становить 1,2 гк/с у випарнику, споживана електрична потужність установки складає 11,9 кВт, COP – 3,1.

УДК 621. 57: 628.84

ОБОБЩЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕРМЕТИЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Е.В. Лытош, доцент, канд. техн. наук
Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Для приближенных расчетов, выполняемых работниками проектних институтов и других организаций, связанных с производством холода, применяют обобщенные безразмерные характеристики холодильних компрессоров. Одними из основних характеристик холодильного герметичного компрессора являються его холодопроизводительность $Q_{0\ ном}$ и электрический холодильный коэффициент $\varepsilon_{э\ ном}$ в номинальном режиме работы. Эти характеристики компрессора при условиях, отличных от номинальных, можно определить по обобщенным зависимостям [1].

В [2] приведены, полученные опытным путем, значения $Q_{0\ ном}$, $\varepsilon_{э\ ном}$ и другие характеристики герметичных компрессорных агрегатов (ГКА) типа ХГВ судового оборудования кондиционирования воздуха (ОКВ). Однако отсутствие обобщенных зависимостей для данного типа ХГВ затрудняет проведение расчетов при проектировании судовых герметичных парокомпрессорных холодильных машин (ПКХМ).

В данной работе представлены обобщенные зависимости в виде

$$Q_0 / Q_{0\ ном} = f_1(p_н / p_{вс}); \varepsilon_э / \varepsilon_{э\ ном} = f_2(p_н / p_{вс}),$$

полученные автором в результате анализа многочисленных опытов при создании ряда ГКА типа ХГВ [2]. Здесь $Q_{0\ ном}$ и $\varepsilon_{э\ ном.}$ – значения параметров в номинальном режиме; $p_{вс}$, $p_н$ – давления на всасывании и нагнетании ГКА. Для номинального режима работы ГКА приняты давления $p_{вс}$ и $p_н$, соответствующие температурам кипения $t_0 = 5\ ^\circ C$, конденсации $t_{к.} = 40\ ^\circ C$.

На рис.1 приведены обобщённые зависимости холодолроизводительности и электрического холодильного коэффициента ГКА типа ХГВ, основные данные которых приведены в таблице.

Характеристики ГКА в номинальном режиме

Герметичный компрессорный агрегат	Холодопроизво-дительльность, $Q_{0\ ном}$,кВт	Потребляемая мощность, $N_{ном}$, кВт	Электрический холод. козф., $\varepsilon_{э\ ном}$	Обозначения на рисунке
ХГВ-2,2	2,56	0,77	3,32	○
ХГВ-4,5	5,24	1,5	3;49	△
ХГВ-9,0	10,48	2,9	3,61	◊
ХГВ-14,0	17,1	4,7	3,64	□
ХГВ-28,0	34,2	9,3	3,68	♦
ХГВ-14,0-В	17,0	5,3	3,2	■

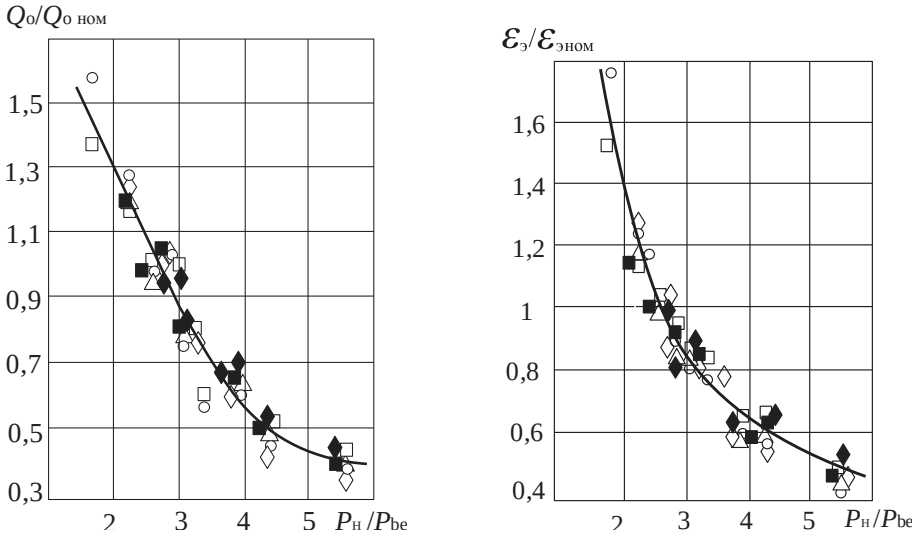


Рис.1. Обобщённые зависимости холодолроизводительности $Q_0 / Q_{0\ ном}$ и электрического холодильного коэффициента $\varepsilon_э / \varepsilon_{э\ ном}$ от отношения давлений $p_н / p_{вс}$ ГКА типа ХГВ

Полученные обобщенные зависимости с достаточной степенью точности (разброс точек в среднем составил от 5 до 7 % и не превысил 12 %) могут быть использованы для приближенных расчетов при проектировании герметичных ПКХМ судового ОКВ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якобсон В.Б. Малые холодильные машины. / В.Б. Якобсон – Пищевая промышленность, 1977. – 368 с.

2. Герметичные парокомпрессорные холодильные машины судовых систем кондиционирования и рефрижирации: монография / *Н.И. Радченко*, *В.С. Дорош, А.Н., Радченко, Е.В.Радченко , Е.В. Лытош* – Николаев: НУК, 2011 – 400 с.

УДК: 621.43

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧНОСТИ ДВУХТАКТНЫХ МАЛООБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ФИРМЫ *"MAN B&W"* С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

Калиниченко И.В. – старший преподаватель, Сидорова В.В. – студентка
Херсонский филиал Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова (Херсон)

В начале XXI столетия дальнейшее совершенствование двигателей серии "*MC"* компании *"MAN B&W"* для достижения экономических показателей (уменьшение удельного расхода топлива, цилиндрового масла) сдерживалось возможностями применяемой системы газообмена и подачи топлива.

Еще при создании первых поршневых двигателей для регулировки фаз топливоподачи и газообмена был применен распределительный вал с кулачковыми шайбами, который приводился во вращение от вала двигателя. В дальнейшем его конструкция неоднократно подвергалась модернизации, но кулачок с заранее установленным профилем, зафиксированный на валу, остался определённым препятствием на пути усовершенствования двигателей.

Быстрое развитие электроники за последнее десятилетие позволило вначале в двигателях малой мощности, а потом и в судовых МОД и СОД применить микропроцессорную технику, назначением которой сначала были контроль за работой и дистанционные управление двигателем, а потом и управление процессами топливоподачи, смазки цилиндров.

Первые двигатели с электронным управлением рабочим процессом выпустила компания *"Caterpillar"*. Первые судовые двигатели с электронным управлением были введены в эксплуатацию компанией *"Sulzer"* в 2001 г., компанией *"MAN B&W"* – в 2003 г [1].

Двигатель с электронным управлением типа *"ME"* компании *"MAN B&W"* был создан на основе модели *"MC"*. Из конструкции двигателя был изъят распределительный вал с его приводом, введено электронное управление процессом топливоподачи, регулированием частоты вращения, процессами пуска и реверсирования, выхлопными клапаном и смазкой цилиндров.

Управление впрыском топлива и выхлопными клапанами осуществляется гидравлическими сервоприводами. Для этого масло из циркуляционной системы смазки пропускается через самоочищающийся десятимикронный фильтр и насосами с приводом от двигателя или электроприводом (во время пуска) сжимается до 20 МПа.

Сжатое масло подается в аккумуляторы, из которых через управляемые клапаны попадает к гидроусилителям давления впрыска топлива и насосом гидропривода выхлопных клапанов.

Электронно-управляемые клапаны впрыска топлива и открытия выхлопных клапанов открываются под действием сигнала, который поступает от электронных блоков, установленных на цилиндре. Гидроусилители давления впрыска топлива представляют собой поршневые сервомоторы, в которых на поршень большего диаметра воздействует масло давлением в 20 МПа, а на плунжер с меньшим в 5 раз диаметром, являющийся продолжением этого поршня, при движении вверх – топливо с давлением в 100 МПа. Момент подачи масла под поршень сервомотора гидроусилителя определяется подачей управляющего импульса от управляющего блока [1].

Программа управляющего блока разрешает изменять фазы открытия и закрытия выхлопных клапанов в зависимости от режимов работы двигателя. Это обеспечивает более экономичную длительную работу на малых нагрузках.

В табл. представлено сравнение тепловых потерь в МОД с электронным управлением рабочего процесса фирмы "*MAN B&W*" в процентном соотношении по сравнению с моделями МОД серии "*MC*".

Таблица. Тепловые потери, а также их изменение в МОД серии "*ME"* по сравнению с МОД серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*" [2]

Марка	Мощ-ность МОД N_e	Удельный расход топлива МОД g_e		Потери*							
				С охлажденным воздухом		С охлаж-денной водой		С циркуляцией масла		С отходящими газами	
	кВт	кг/кВт·ч	%**	кВт	%	кВт	%	кВт	%	т/час	%
6S35ME-C9.5	5220	0,175	-1,714	1910	-6,3	730	-13,7	540	0,0	40,6	1,26
6S40ME-C9.5	6810	0,174	-1,724	2500	-6,0	950	-13,7	580	0,0	52,9	1,25
6S46ME-C8.5	8280	0,170	-2,353	3120	-7,7	1140	14,9	700	0,0	66,8	0,44
6S60ME-C8.5	14280	0,169	-1,77	5450	-6,2	1950	-7,2	1080	2,78	116	1,19
6S65ME-C8.5	17220	0,169	-1,77	6820	-8,4	2340	-6,4	1280	-1,56	149	-1,29
6S70ME-C8.5	19620	0,169	-1,77	7110	-6,2	2680	-6,0	1460	2,05	152	1,25
6S80ME-C9.5	27060	0,166	-4,22	10220	-5,3	3630	-19,3	2010	6,97	223	1,65
6S90ME-C9.5	34860	0,166	-3,012	12840	-6,6	4650	8,2	2720	8,17	281	-0,34

* - процентное соотношение изменение тепловых потерь в МОД серии "*ME"* по сравнению с МОД серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*";

** - процентное соотношение уменьшения удельного расхода топлива МОД серии "*ME"* по сравнению с МОД серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*".

Выводы.

1. Изменения, которые внесены в двигатели серии "*ME"* с электронным управлением по сравнению с двигателями серии "*MC*" фирмы "*MAN B&W*" следующие:

Из конструкции извлечены следующие элементы:

- цепной привод распределительного вала;
- распределительный вал с кулачками привода ТНВД и выхлопного клапана;
- ранее применяемые ТНВД и привод выхлопного клапана;
- электронный регулятор с усилителем и валиком управления подачей ТНВД;
- лубрикаторы с механически приводом.

Вместо этого установлены:

- гидравлическая система масла высокого давления с насосами, которые приводятся от двигателя или электродвигателей;
- электронная система управления с датчиками положения вала;
- топливный насос высокого давления (ТНВД) и выхлопные клапаны с гидравлически управляемым приводом;
- встроенные в системы электронного управления функции регуляторы частоты вращения и пуска приводных воздуходувок;
- лубрикаторы с электронным управлением.

2. Все эти изменения качественно повлияли на уменьшение удельного расхода топлива МОД с электронным управлением рабочего процесса, что видно из табл. Уменьшение удельного расхода топлива для некоторых моделей МОД фирмы "*MAN B&W*" достигает 4 %.

Список литературы:

1. **Горбов В.М.** Энциклопедия судовой энергетики: учебник [текст] / В.М. Горбов, В.П. Кот. – Николаев: НУК, 2013. – 607 с.

2. MAN Marine Engines & Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.marine.man.eu.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА ПЕРЕД ПЛАСТИНЧАТЫМ РЕКУПЕРАТОРОМ

Демьяненко Юрий Иванович, Гоголь Николай Иванович, кандидаты технических наук
Одесская национальная академия пищевых технологий

В настоящее время инсталляторы, озабоченные поиском энергосберегающих решений, все чаще обращают свои взоры на нетрадиционные методы получения тепла (холода). Однако недостаточная теоретическая подготовка, а также нежелание (в целях «экономии») обращаться к специалистам на стадии разработки технического предложения приводят к необоснованному увеличению капитальных затрат.

Так, на одном из объектов в системе кондиционирования воздуха (СКВ) была предпринята попытка уменьшить расход энергии за счет испарительного охлаждения вытяжного воздуха перед пластинчатым рекуператором.

По замыслу авторов в потоке вытяжного воздуха перед пластинчатым рекуператором приточно-вытяжной установки разбрызгивалась водопроводная вода. .

Ожидалось, что, понизив таким образом температуру вытяжного воздуха, можно дополнительно охладить приточный воздух и уменьшить потребную холодопроизводительность парокомпрессионной холодильной машины. Авторы назвали это «предварительным адиабатическим охлаждением» воздуха.

Прежде всего отметим смысловую ошибку: адиабатическое охлаждение реализуется при использовании в схеме циркуляционной воды. Теоретическим пределом такого охлаждения является температура воздуха по мокрому термометру. Если в потоке воздуха разбрызгивается водопроводная вода, теоретическим пределом охлаждения является температура воды. Известно, что она зависит от температуры наружного воздуха. Это подтверждается и данными непосредственных измерений. Так, на исследуемом объекте при дневной температуре +28 ^{0}C температура воды равнялась +23 ^{0}C, а когда воздух прогрелся до 31 – 32 ^{0}C, составляла +25 ^{0}C.

Очевидно, что вместе с ростом температуры воды увеличивается и температура охлаждаемого в испарительной ступени воздуха. Кроме того, эффективность испарительной ступени η зависит от неравномерности распределения воды по сечению ступени, отложений водяного камня на поверхностях контакта, тепловых потерь и реально будет составлять 30 %, в лучшем случае – 50 %.

При использовании в этой же схеме адиабатического охлаждения, когда в цикле используется оборотная вода, пределом ее охлаждения будет температура вытяжного воздуха по мокрому термометру. Если состояние вытяжного воздуха соответствует верхней границе комфортной зоны с температурой t_1 = +25^{0}C и относительной влажностью φ = 60 %, то температура мокрого термометра будет равной $t_м$=19,4 ^{0}C.

Была проанализирована работа испарительной и адиабатической ступеней совместно с рекуператором ПАР OXY 2000 приточно-вытяжной установки SR 60-30 «Аэростар».

Расчеты выполнялись по программе «Аэростар», результаты представлены в таблице.

Таблица – Результаты расчетов ступеней предварительного охлаждения

Параметр	Вход наружного воздуха	Без испарительной ступени			С испарительной ступенью			С адиабатической ступенью		
		Вытяжной		Наружный	Вытяжной		Наружный	Вытяжной		Наружный
		Вход	Выход	Выход	Вход	Выход	Выход	Вход	Выход	Выход
t, ^{0}C	28	25,0	27,1	25,9	24,4	26,75	25,24	23,0	26,44	24,55
φ, %	42	60,0			74			73,0		

Определим, какое количество тепла отбирает у атмосферного воздуха вытяжной поток в трех вариантах:

- без его обработки перед пластинчатым рекуператором

$$Q_0 = M_в \, c_р \Delta t_в = \frac{2000}{3600} 1{,}2 \cdot 1{,}005 \cdot (27{,}1 - 25) = 1{,}41 \text{ кВт};$$

- аналогично при обработке в испарительной ступени $Q_и = 1{,}57$ кВт;
- при обработке в адиабатической ступени $Q_а = 2{,}30$ кВт.

ВЫВОДЫ

Расчеты показывают, что применение испарительной ступени, орошаемой водопроводной водой, позволяет увеличить отбор тепла в пластинчатом теплообменнике на 11,3 %, применение адиабатической ступени – на 63,1 %. Очевидно, что использование водопроводной воды для предварительного охлаждения вытяжного воздуха перед рекуператором нецелесообразно.

Секція № 6.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 504.064:629.5.015.5

ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ЗА ПОКАЗНИКАМИ ШУМУ.

Рижков С. С., Мозговий А. М.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м Миколаїв

Суднові приміщення є об'єктами що заходяться під постійним впливом звукових коливань від суднових енергетичних установок (СЕУ). Це призводить до перебування екіпажу та пасажирів під впливом шумів цілодобово та обумовлює необхідність забезпечення виконання санітарних норм та правил. Вирішення питань шумового забруднення є одною з найважливіших науково-технічних проблем в поліпшенні екологічних властивостей СЕУ.

Основними напрямами зниження показників шуму СЕУ є: звукоізоляція, звукопоглинання та екранування. Звукоізоляція в основному застосовується для боротьби з звуковими забрудненнями суміжних приміщень та тих що знаходяться на відстані. Звукопоглинання застосовується при зниженні рівнів звуку у приміщенні з джерелом. Екранування застосовується при необхідності створення звукової тіні. Звукоізоляційні властивості матеріалів визначаються його здатністю відбивати звукові хвилі та залежать від поверхневої маси. Відбиття звукових хвиль може призводити до збільшення рівнів шуму. Для зниження даного ефекту часто застосовуються матеріали з звукопоглинаючою здатністю, яка залежить від його структури.

Основним засобом боротьби з повітряним шумом в джерелі є його капотування. Звукопоглинаючи кожухи можна встановлювати на головні та допоміжні двигуни, навігаційне та радіообладнання, інші механізми та пристрої.

Звукове поле яке утворюється в суднових приміщеннях залежить від потужності, складу та розміщення елементів СЕУ у машинному відділенні та його розташування на судні.

Проведенні дослідження рівнів звукового тиску в суднових приміщеннях суден різного призначення показали що внаслідок значної шумоактивності енергетичної установки рівні звукового тиску у більшості суднових приміщень перевищують гранично допустимі значення.

Слід зазначити, що обрані об'єкти дослідження є типовими суднами, які використовуються на флоті України та за кордоном. Таким чином, на базі проведених результатів дослідження були визначені необхідні параметри вібро- та шумоізоляції для суден кожного типу.

Для зниження віброакустичних забруднень запропоновано застосування двокаскадної віброізоляції разом з комплексною ізоляцією конструкцій сучасними композитними матеріалами.

Одночасне дослідження властивостей сучасних композитних матеріалів дозволило визначити раціональні параметри звукоізоляції для: ходової рубки, кают членів команди, кают-компанії, приміщень розташованих на баку та юті.

Підвищення ефективності застосування методу двокаскадної віброізоляції досягнуто шляхом формування оптимальних параметрів проміжної маси та віброізоляторів на основі моделювання коливальних систем з багатьма ступенями свободи, що схильні до дії збурення з різною частотою.

УДК 628.511

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ПРИ ПЕРЕВАЛЦІ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В МОРСЬКОМУ ПОРТУ

Літвак С.М., Літвак О.А.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В рамках виконання міжнародних і національних вимог з охорони навколишнього середовища механізм управління природоохоронною діяльністю в морських портах потребує удосконалення на основі розробки ефективних технічних і організаційних заходів, які спрямовані на формування передумов сталого розвитку і задоволення потреб суспільства.

З метою побудови системи управління екологічною безпекою європейського рівня та відповідно до закону України «Про морські порти України» розроблена «Програма заходів Державного підприємства «Адміністрація морських портів України про забезпечення вимог екологічної безпеки на 2016-2020 роки». Основними завданнями цієї Програми є удосконалення:

- системи запобігання забрудненню навколишнього природного середовища;
- системи ліквідації розливів забруднюючих речовин;
- системи ефективного використання санітарного збору в морських портах України.

Отже, розвиток природоохоронної діяльності в морських портах повинен бути спрямований на:

- оптимізацію системи управління екологічною безпекою в морських портах;
- регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- поводження з відходами морського порту та рідкими, твердими забруднюючими речовинами, які приймаються з суден;
- створення екологічної інформаційної підсистеми в рамках Інформаційної аналітичної логістичної системи морського порту;
- інформування громадськості про екологічні заходи, що проводяться портами [1].

Миколаївський морський торгівельний порт є одним з провідних портів України. У структурі вантажообігу Миколаївського морського торгівельного порту питома вага зернових вантажів складає 40,5 %. Обсяги перевантаження зерна зростають з кожним роком (рис. 1). Так у 2013 р. цей показник станови 6,7 млн. т, а у 2016 році – 9,1 млн. т. За результатами 2016 р. Миколаївський морський торговельний порт зайняв перше місце серед українських портів з перевалки зернових вантажів.

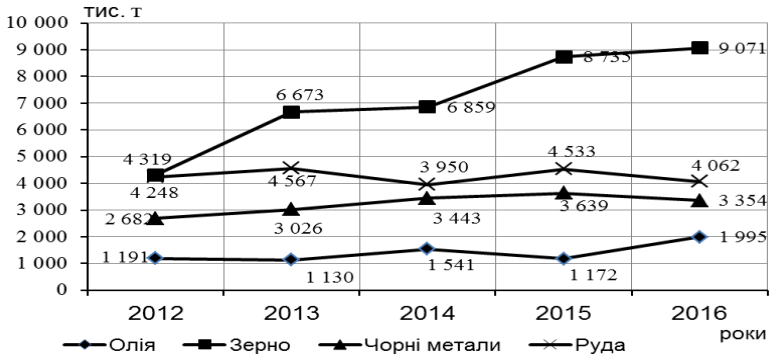


Рис. 1. Динаміка вантажообігу Миколаївського морського торговельного порту за видами вантажів

Перевантажувальні процеси, що проводяться в портах, завжди пов'язані з можливістю несанкціонованого потрапляння забруднюючих речовин в атмосферу і водне середовище. Тому необхідним є проведення заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища та екологічної безпеки [2]. В результаті експлуатації комплексів з перевантаження зернових вантажів на території морського торговельного порту основним забруднювачем атмосферного повітря є дрібнодисперсні фракції пилу зерна.

Для зниження рівня негативного впливу на навколишнє природне середовище при здійсненні перевантажувальних процесів ефективним є впровадження природоохоронних заходів, наведених у табл. 1. Важливим також є планомірне здійснення заходів щодо скорочення шкідливих викидів шляхом модернізації стаціонарних джерел забруднення за рахунок переходу на більш екологічні види палива. Всі транспортні засоби та обладнання морського порту повинні проходити планові огляди і ремонт з метою відповідності їх експлуатаційних характеристик встановленим параметрам.

В районі розташування комплексів перевантаження зернових, олійних культур та рослинних олій обов'язковим є проведення щорічних моніторингових досліджень стану довкілля, які погоджуються із Державною екологічною інспекцією.

Таблиця 1. Природоохоронні заходи при здійсненні перевантажувальних процесів в морському порту

При перевантаженні зернових, олійних культур і продуктів їх переробки	При перевантаженні рослинних олій
- встановлення пилоочисного обладнання (локальних і блокових рукавних фільтрів, циклонів-пиловловлювачів тощо); - використання конвеєра закритого типу поза будівлею складів; - надійне кріплення аспіраційних повітропроводів, регулярна перевірка відсутності зсувів при їх очищенні; - висота телескопічної труби суднонавантажувальних машин над пайолом трюму або поверхнею вантажу не повинна перевищувати одного метра; - припинення перевантаження при підвищеній вологості і під час метеорологічних опадів, а також при небезпечній швидкості вітру, зазначеної в робочих технологічних картах; - щозмінне прибирання території перевантажувальних комплексів.	- засипка місця розливу масла піском (після вбирання пісок збирається в ємність і вивозиться в місце утилізації); - припинення операцій зливу-наливу в разі виявлення течі; - регулювання «дихаючих» клапанів резервуарів на необхідний надлишковий тиск і вакуум; - збір розлитих олій в спеціальні ємності; - надійна експлуатація очисних споруд; - злив олій з автотранспорту проводиться при вимкненому двигуні внутрішнього згоряння.

Моніторингові спостереження включають наступні заходи: оцінка рівня забруднення акваторії в районі розташування перевантажувального комплексу; оцінка рівня забруднення атмосферного повітря на джерелах викидів і на межі санітарно-захисної зони; оцінка впливу відходів на території перевантажувального комплексу. Контроль за дотриманням вимог і норм з охорони навколишнього середовища здійснюється щорічно із залученням спеціалізованих організацій.

Список літератури

1. Адміністрація морських портів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uspa.gov.ua.

2. Мартинюк О.М. Формування стратегії екологічно орієнтованого управління транспортно-технологічними системами: монографія / О.М. Мартинюк, С.К. Харічков, Н.М. Андрєєва. – Одеса: ІПРЕЕД НАНУ, 2011. – 310 с.

УДК 628:162:66.097.718

РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ КОАГУЛЯНТІВ ТА ІНГІБІТОРІВ НАКИПОУТВОРЕННЯ

Трохименко Г.Г., к.б.н., доцент
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Сьогодні в Україні гостро стоїть проблема якості підготовки води для промислового і господарського споживання, низької ефективності роботи водоочисних споруд, проблема погіршення стану води у природних водоймах. Значною мірою це обумовлено дефіцитом або відсутністю доступних якісних, високоефективних реагентів – коагулянтів та флокулянтів.

У сучасних технологіях водоочищення та кондиціювання води використовують переважно алюмінієві та залізні коагулянти. Більш поширеними є алюмінієві коагулянти, які мають ряд переваг перед солями заліза. Вони не призводять до підвищення кольоровості води та осадів, при використанні основних солей алюмінію засолення води значно нижче та ефективність очищення значно вища порівняно із залізними коагулянтами. В окремих випадках, при підвищених значеннях pH середовища перевага надається залізним коагулянтам. Проте, в цілому, значно частіше використовують алюмінієві коагулянти.

Як відомо, на Україні основним коагулянтом є сульфат алюмінію, який застосовується на всіх станціях підготовки питної води, а також на промислових підприємствах.

Проблема випуску високоефективних реагентів – гідроксохлоридів алюмінію для процесів водоочищення є досить актуальною. Тим більш актуальною є необхідність створення технологій синтезу високооснивних алюмінієвих коагулянтів з використанням доступної сировини – напівпродуктів промислового виробництва гідроксиду алюмінію та з відходів обробки та переробки алюмінію.

Головною перешкодою до широкого використання гідроксохлоридів алюмінію є високі ціни на сировину – металевий алюміній або свіжоосаджений гідрокид алюмінію - та високі енергозатрати і складність обладнання для синтезу коагулянтів із бокситів. З другого боку, на сьогодні гостро стоїть проблема утилізації червоного шламу – відходів глиноземниз заводів, зокрема, Миколаївського глиноземного заводу (МГЗ), який у своєму складі містить оксиди алюмінію та заліза.

Нами були проведені дослідження з отримання коагулянтів із даного шламу двох типів (КШ-1 та КШ-2), ефективність яких порівнювали з такими широко відомими коагулянтами як сульфат алюмінію та Полвак.

Для оцінки ефективності коагулянтів, отриманих з шламу МГЗ вивчали освітлення модельних суспензій бентоніту та каоліну в артезіанській воді та водопровідній воді м. Миколаєва. Для оцінки коагулянтів при знебарвленні води використовували модельні розчини гумату натрію в тих самих середовищах. Крім того, коагулянти були застосовані для освітлення води з р. Дніпро та р. Інгул.

Слід відмітити, що коагулянт КШ-2, який наряду з гідроксихлоридами алюмінію містить хлорид заліза (III), значно ефективніший, у порівнянні з усіма використаними у даному досліді реагентами. Так, при дозах 10 – 20 мг/дм^3 (за Al_2O_3, Fe_2O_3) він забезпечував зниження каламутності від 3 до 9 мг/дм^3, що значно краще, ніж для Полваку (35 – 43 мг/дм^3) та сульфату алюмінію (28 – 50 мг/дм^3).

Отримані коагулянти та сульфат алюмінію були використані при освітленні дніпровської води, яка мала лужність 47 мг/дм^3 та кольоровість 134º ХКШ.

При підвищеній кольоровості води у річці Дніпро часто навіть збільшення дози коагулянту у два рази не дозволяло досягти зниження кольоровості до допустимих 20º ХКШ. Тому у даній серії дослідів концентрації коагулянту досягали 2,5 – 40 мг/дм^3 за Al_2O_3, Fe_2O_3.

Крім того нами досліджений новий коагулянт з насіння Moringa oleifiera як природний коагулянт та проведений порівняльний аналіз ефективності очищення води за допомогою даного коагулянту та за допомогою синтезованих КШ-1 та КШ-2, а також широко відомими, такими як акватон і сульфат алюмінію. Також проведена серія досліджень із визначення бактерицидних властивостей усіх запропонованих коагулянтів.

При підготовці води для водоциркуляційних систем охолодження у промисловості та енергетиці, для систем теплопостачання в енергетиці та комунальних господарствах необхідно мати, насамперед, воду з високою стабільністю до накипоутворення, а значить з низькою жорсткістю.

Нами були проведені дослідження з визначення ефективності пом'якшення води реагентними методами. У роботі використовували модельні розчини, близькі за складом до води з річки Інгул.

Згідно будівельних норм і правил, вода із жорсткістю 4 – 6 мг-екв/дм^3 пом'якшується при зниженні жорсткості до 1,5 мг-екв/дм^3. Реально, на діючих підприємствах та станціях водопідготовки при пом'якшенні природних вод з жорсткістю від 6 до 15 мг-екв/дм^3 до 2 – 4 мг-екв/дм^3. З літератури відомо [], що при використанні вапна у композиції з іншими основними реагентами та коагулянтами ефективність пом'якшення води можна суттєво підвищити. Нами перевірено ефективність використання вапна при пом'якшенні води з високою жорсткістю. У даному випадку ефективність пом'якшення води залежала від витрат вапна.

При використанні вапна та соди залишкову жорсткість вдалося знизити до 1,09 мг-екв/дм^3 при загальній лужності води 2,4 мг-екв/дм^3 за відсутності гідратної лужності при концентрації кальцію 0,63 – 0,75 мг-екв/дм^3.

Застосування гідроксоалюмінату натрію дозволило знизити загальну жорсткість води до 0,88 – 0,92 мг-екв/дм^3, повністю очистити воду від силікатів, що важливо для теплопостачання та енергетики, та знизити лужність з 13,8 до 3,2 – 3,9 мг-екв/дм^3.

При використанні в якості коагулянту сульфату заліза ступінь пом'якшення води не перевищував 89 – 90% при зниженні лужності води до 2,8 мг-екв/дм^3 при гідратній лужності 0,2 – 0,8 мг-екв/дм^3. Силікати з води були виділені повністю.

Менш ефективним було використання сульфату алюмінію. Хоча у даному випадку воду повністю очищено від силікатів, пом'якшення води було недостатньо ефективним. Мінімальне значення жорсткості 1,41 мг-екв/дм^3, лужності – 2,4 мг-екв/дм^3 (гідратна лужність відсутня), а вміст алюмінію сягав 0,2 мг/дм^3. В одному з дослідів залишковий вміст алюмінію досягав 0,7 мг/дм^3.

Крім пом'якшення води важливою проблемою є її знесолення. У загальному випадку такі завдання практично не вирішується реагентними методами. Але при високій жорсткості води та високому вмісту сульфатів це можливо за рахунок одночасного осадження іонів жорсткості сульфат аніонів [2]. Даний метод оснований на співосадженні сульфату і алюмінату кальцію та висадженні у лужному середовищі гідроксиду магнію. Перевагою даного методу перед іонним обміном, баромембранними процесами, дистиляцією, електродіалізом є те, що він дозволяє видаляти сульфати з води у вигляді малорозчинного осаду, тоді як в інших випадках утворюються рідкі відходи.

Спосіб очищення води від сульфатів дозволяє створити безвідходні комплексні технології демінералізації води. Особливо сприятливими є умови, коли вода близька за складом до води річки Інгул, тобто вміст нітратів, фосфатів зовсім низький, вміст хлоридів досягає 120 – 150 мг/дм^3, що цілком допустимо як для питної, так і для технічної води у системі охолодження та теплопостачання.

Перевищення мінералізації у даному випадку обумовлене за рахунок сульфатів та іонів жорсткості. За таких умов доцільно застосовувати нанофільтраційне опріснення води, що забезпечує практично повне вилучення іонів жорсткості та сульфатів. При цьому в концентраті будуть накопичуватися в основному сульфати та іони жорсткості. При обробці таких концентратів вапном та алюмінатом відбувається їх демінералізація за рахунок висадження сульфатів та іонів жорсткості. Очищена вода придатна для повторного використання і може подаватись на нанофільтраційну установку.

Значною проблемою у процесах знесолення води є її стабілізація щодо осадковідкладень. Проблема у тому, що за високих значень жорсткості та лужності води при її концентруванні на зворотньоосмтичних або нанофільтраційних установках відбувається відкладення осадів карбонату кальцію а мембранах, що різко знижує їхню і без того невисоку продуктивність. Більше того, при високих концентраціях сульфатів можливе зіпсування мембран. Часто застосування антискалантів неефективне. Тому на стадії попередньої підготовки води доцільно проводити її стабілізаційну обробку. Досить перспективним у цьому випадку є метод іонного обміну, який характеризується високою надійністю та простотою. Хоча застосування іонітів у розчинах з концентрацією солей >1 г/дм^3 вважається недоцільним, автори роботи [3] розробили ефективний метод стабілізації води шляхом її пом'якшення на катіонітах. При цьому високі результати були отримані й при обробці морської води.

Проблеми стабілізаційної обробки води для систем охолодження в енергетиці та промисловості є досить актуальною. З підвищенням якості водопідготовки знижуються обсяги води, які скидаються при продувці систем та призводять до забруднення природних водоймищ. Крім того, при зменшенні обсягів води, що скидається на продувку, зменшується забір природної води. З успішним вирішенням проблем стабілізаційної обробки води вирішується завдання переходу до замкнутих систем охолодження, захисту трубопроводів від корозії, ресурсозбереження і раціонального використання води, захисту природних водоймищ від техногенної дії.

Інгібітори, які застосовуються в водооборотних системах охолодження, повинні не тільки істотно знижувати швидкість відкладення накипу на поверхні теплообмінного обладнання, а й забезпечувати захист металів від корозії [4, 5].

Як робочі розчини нами були використані водопровідна вода, артезіанська вода і модельний розчин МР, близький за складом до води річки Інгул.

Як інгібітори накипоутворення використовували нітрілтриметилфосфонову кислоту (НТМФК) і оксиетилендифосфонову кислоту (ОЕДФК), диметиленсульфофосфінат натрію (ДМСФН), метилендисульфонат натрію (МДСН) і суміші сірчаної кислоти з ОЕДФК і МДСН. Концентрації інгібіторів становили 0,5-50 мг/дм^3.

Розроблені нові коагулянти для освітлення та знебарвлення води можуть бути використані у традиційних технологіях підготовки питної води та пом'якшення вод для промислового використання. Розроблені інгібітори накипоутворення можуть бути використані у промисловості, енергетиці, комунальних господарствах у водоциркуляційних системах теплопостачання та охолодження.

Тому нами запропоновано нові маловідходні технологічні схеми пом'якшення та знесолення води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шаблій Т.О. Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні / Т.О. Шаблій, В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля // К.: Інфодрук, - 2014. – 302 с.

2. Трус І.М. Маловідходні технології демнералізації води: монографія. – Київ, Кондор-Видавництво, 2016. – 250 с.

3. Макаренко І.М. Застосування катіонітів для кондеціювання води в процесах її баромембранного знесолення [Текст] / І.М. Макаренко, О.В. Глушко, В.В. Рисухін, О.М. Терещенко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – 3/6(63). – С. 48 – 52.

4. Гомеля Н.Д. Новые ингибиторы коррозии и отложения осадков для систем водоциркуляции [Текст] / Н.Д. Гомаля, Т.А. Шаблий, А.Г. Трохименко, М.М. Шуриберко // Химия и технология воды. – 2017. – Т.39, № 2. – С. 169 – 177.

5. Кузнецов Ю.И. Роль природы лиганда в ингибировании коррозии металлов фосфонатами [Текст] / Ю.И. Кузнецов, А.Ф. Раскольников // Защита металлов. – 1992. – Т. 28, № 5. – С. 707 – 724.

УДК 546.39: 66.067.8.081.3: 579.695

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВЗАВОДУ «САН ІН БЕВ МИКОЛАЇВ» ВІД НІТРАТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕМ-ПРЕПАРАТІВ

Трохименко Г. Г., к.б.н., доцент, Ахмедова В.Р., аспірант,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Одна за найбільш нагальних проблем України – забруднення водного басейну. Значна частина українців сьогодні споживає неякісну питну воду. Головною причиною цього є антропогенне забруднення [1]. Досить гострою проблемою є надмірна концентрація нітратів у водоймах та підземних водах. Нітрати є небезпечними як для здоров'я населення, так і для розвитку біоценозів водойм. Застарілі міські каналізаційні системи більшою мірою не справляються із сучасним навантаженням. Способи очищення не розраховані на сьогоднішні об'єми та концентрації забруднювачів, отже проблема видалення нітратів, як основного показника, що перевищує норми ГДС, є надзвичайно актуальною, особливо для підприємства пивоваріння, де вони є одним із основних забруднювачів [2, 3].

Підприємство «САН ІнБев Україна» - лідер пивоваріння в країні постійно оновлює обладнання з метою вдосконалення. Не дивлячись на те, що система водоочищення розроблялася та будувалися за сучасними нормами та вимогами, концентрація нітратів при скиді у міську систему каналізації є надзвичайно високою.

Локальні очисні споруди біологічної очистки призначені для очищення виробничих і побутових стоків Миколаївського відділення ПАТ «САН ІнБев Україна» і забезпечення нормативних показників стоків для відведення в міські каналізаційні мережі.

Технологічна схема очищення стічних вод розроблена і представлена фірмою «CUSS» (Німеччина).

Не дивлячись на це, на підприємстві існує проблема забруднення стічних вод нітратами, що призводить до значних витрат на доочищення на міських каналізаційних системах.

Заміри концентрації азотних груп у стічних водах підприємства проводились протягом трьох місяців. Найбільша концентрація нітратного спостерігалась азоту після стадії аеробного очищення. Концентрація загального азоту найбільша у зосереджувачі та анаеробному реакторі. Найвищий рівень амонійного азоту у стоках - після анаеробного реактора.

У стічних водах вміст нітрит-іонів незначний (в більшості випадків менше 1 мг/л), так як нітрит-іон зазвичай не утворює стабільних азотних зв'язків і з'являється на очисних спорудах в якості «проміжної фази» при переході до нітрат-іона.

Нами досліджувалась можливість застосування ЕМ-препаратів як методу доочищення стічних вод підприємства у аераторі.

Для проведення досліду з очищення стічних вод ЕМ-препаратами використовувався робочий розчин, що виготовся з концентрату «Тамір». Для точності отриманих результатів, дослідження проводили в умовах, максимально наближених до реальних. Було створено модельну установку аератора, до якої входила ємність з примусовою придонною аерацією за допомогою компресора за розкладом 30 хвилин роботи - 30 хвилин простою. Тривалість експерименту – 14 годин, оскільки в залежності від навантаження заводу та сезону, рідина у первинному аеротенку залишається на термін від 1 години до 1 доби.

За результатами аналізу можна стверджувати, що даний препарат є дієвим для видалення нітратів (стрімке, але недостатнє зниження рівня NO_3^-), проте, підвищення показника ХСК свідчить про можливий конфлікт між мікроорганізмами активного мулу, який використовується на даному підприємстві, та активними мікроорганізмами препарату. Тож, зниження рівня нітратів у стічних водах методом використання ЕМ-препаратів на підприємстві «Сан ІН Бев Миколаїв» є недоцільним на цьому етапі очищення та потребує будівництва додаткових вузлів систем очистки.

Література

1. Sen Asit K. Removal and uptake of copper by Salvinia natans from wastewater / K. Sen Asit, G. Mondal Nitya/ Water, Air and Soil Pollut. – 2007. - №2. - P. 1-6.
2. Воронов Ю.В. Биологическая очистка сточных вод пивоварных заводов [Текст] / Ю.В. Воронов, С.П. Берцун / – Вестник МСГУ, № 3, 2014. – С. 205 – 211.
3. Айвазан С.С. Основные направления экологизации пивоварной промышленности. Пиво и напитки. [Текст] / С.С. Айвазан, Е.Я. Чубакова, Т.А. Манилова. - К.: НТУУ «КПІ» 2006. - С. 8-10.

УДК 330.341.1

АНАЛІЗ МОТИВУЮЧИХ ЧИННИКІВ ФАХІВЦІВ, ЯКІ ЗДІЙСНЮЮТЬ ІННОВАЦІЙНУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Тубальцева Н.П.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

У сучасних умовах прискореного зростання конкуренції підприємств та застосування інноваційної діяльності як її важливого механізму та, одночасно, шляху розвитку підприємств і підвищення ефективної діяльності промислового виробництва в цілому, вимагає пошуку нових підходів до розвитку інноваційної діяльності підприємств, які залежатимуть не лише від його матеріальних і фінансових можливостей, але і від мотивації персоналу.

Нажаль, існуючі системи матеріального стимулювання праці у значній мірі втратили свої функції, тому надзвичайно актуальним стає завдання щодо теоретичного обґрунтування і розробки методичних та науково-практичних рекомендацій щодо формування якісного мотиваційного механізму для фахівців, які здійснюють інноваційну діяльність. Від того, наскільки правильно визначені напрями вдосконалення механізму мотивації фахівців, залежить успішна і ефективна інноваційна діяльність промислового підприємства.

Проблеми вдосконалення механізму мотивації фахівців досліджувалися в численних наукових працях, однак, незважаючи на значні розробки в даному напрямку, питання формування і розвитку мотивації фахівців до інноваційної діяльності на промислових підприємствах в сучасних умовах досліджені недостатньо. Це пов'язано не тільки з трудомісткістю і галузевою специфікою досліджень, але й з недостатнім опрацюванням ряду методологічних питань, відсутністю методичного базису оцінювання компетентності фахівців, які здійснюють інноваційну діяльність на промисловому підприємстві.

Особливість структури мотивів фахівців, які здійснюють інноваційну діяльність, визначається складністю системи потреб, інтересів і ціннісних орієнтацій особистості працівника і відображає загальнокультурні і групові диспозиції. Для вирішення цієї проблеми нами було проведено структурно-функціональний аналіз, який дозволив виявити основні групи мотивуючих чинників на підприємстві: матеріальні мотивуючи чинники, ціннісні чинники і групу міжособистісних відносин. Визначена структура мотивуючих чинників фахівців, які здійснюють інноваційний процес, дозволяє чітко позиціонувати весь спектр означених чинників по групам з метою подальшого формування механізму мотивації фахівців та його організаційного забезпечення. Вона відрізняється від існуючих підходів, які розглядали лише дві групи мотивуючих чинників: матеріальні і соціальні. Визначена структура чинників, що мотивують фахівців, які здійснюють інноваційний процес, дозволяє чітко позиціонувати весь спектр означених чинників по групам з метою подальшого формування механізму мотивації фахівців та його організаційного забезпечення.

Послідуюче ранжування мотиваційних чинників на основі проведеного анкетування на ДП НВКГ «Зоря-Машпроект» дозволило виявити домінуючі чинники в різних кваліфікаційних групах фахівців (майстри, технологи, конструктори).

В таблиці1 показано, які чинники мотивації праці переважають в кожній кваліфікаційній групі. Чинник «розмір заробітної плати» є найбільш важливий для майстрів і складає 24%, для технологів він дорівнює 23%. Для конструкторів найбільш важливими виявилися умови праці (23%).

Таблиця 1 – Зведені рейтинги чинників мотивації конструкторів, майстрів, технологів

Чинники	Майстри	Технологи	Конструктори
Розмір заробітної плати	24 %	23 %	17 %
Умови праці	10 %	20 %	23 %
Відносини з керівником	16 %	16 %	11 %
Відносини з колегами	12 %	15 %	8 %
Можливість самореалізації	10 %	12 %	20 %
Можливість професійного росту	20 %	7 %	15 %
Різноманітність праці	8 %	7 %	6 %
Всього,%	100%	100%	100%

Другий важливий чинник для майстрів, це можливість професійного росту (20%), а для технологів він найменш важливий, вони поставили його на шосте місці поряд з різноманітністю праці (7%). Наступним важливим чинником як для майстрів, так і для технологів являються відносини з керівництвом (16%).

Наступним чинником для технологів (15%) і для майстрів (12%) являються відносини з колегами. Для майстрів в силу специфічності їх праці дуже важливо підтримувати добрі відносини як з керівництвом так із підлеглими працівниками, а для технологів для ефективної роботи обов'язковою умовою являється добрі відносини в колективі. Для творчих працівників відносини з колегами займають шосту позицію і складають лише 8%, це пояснюється більшою індивідуалізацією їх праці. Можливість самореалізації виявилася найбільш важливою для конструкторів (20% – друге місце в рейтингу), потім для технологів (12% – четверте місце в

рейтингу), а майстри цей чинник поставили на шосте місце (10%). На останнє шосте місце усі три групи фахівців поставили такий чинник як різноманітність роботи, але для технологів він займає однакову позицію разом з таким чинником, як можливість професійного росту.

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що для різних кваліфікаційних груп пріоритетними являються різні мотиваційні чинники. Проведене анкетування найбільш матеріально забезпечених фахівців (ДП НВКГ«Зоря-Машпроект») свідчать про недостатню матеріальну забезпеченість конструкторів і особливо технологів та майстрів. Згідно теорії Ф. Герцберга для правильної організації і ефективного використання складових загальної системи мотивації необхідно спочатку забезпечити виконання гігієнічних чинників, до яких відносяться умови праці, заробітна плата, міжособистісні відносини. До тих пір поки матеріальні потреби не будуть достатньо забезпечені, не має сенсу робити ставку на інші мотиватори (успіх, кар'єрний ріст, можливість творчого росту). Так як майстри та технологи поставили розмір заробітної плати на перше місце, а конструктори на третє, то необхідно приділити більше уваги економічній мотивації, яка реалізується на підприємстві через механізм матеріального стимулювання.

Література

1. Пономаренко О.П. Визначення рейтингу чинників мотивації праці за допомогою модифікованої матриці / О.П. Пономаренко // Механізм регулювання економіки. – 2007. – № 1. – С. 171-181.

2. Пономаренко П.И. Методика исследования приоритетов мотивации с помощью матрицы НГУ / П.И. Пономаренко, В.В. Бойко, Ян Сухун // Економіка: проблеми теорії та практики: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 199. – С. 249-256.

3. Пономаренко П.И. Мотивационное управление как составна часть инновационной политики предприятия / П.И. Пономаренко, В.В. Бойко, А.П. Пономаренко // Прометей. Регіональний збірник наукових праць з економіки. – Донецьк, 2006. – Вип. 3, (21). – С. 101-106.

УДК 502.13(477.73)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ПОРТ ОЧАКІВ» НА СКЛАДОВІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Ремешевська І. В., Гурець Н. В.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Морські порти є складовою частиною транспортної і виробничої інфраструктури держави на різних напрямах міжнародних транспортних коридорів. Від ефективності функціонування морських портів, рівня їх технологічного й технічного оснащення, відповідності системи управління та розвитку інфраструктури міжнародним вимогам залежить конкурентоспроможність транспортного комплексу на світовому ринку.

Найближчою перспективою у цьому напрямку є досягнення рівня розвитку морських портів України, який забезпечував би їх функціонування як повноправного елемента міжнародної транспортної системи. Виробничі потужності і система управління повинні сприяти підвищенню ефективності діяльності портів, більш повному використанню геополітичного положення країни, її участі у міжнародному розподілі праці у сфері портової діяльності, а також задоволенню потреб економіки у транспортному сервісі.

ТОВ «Порт Очаків» належить до регіональної групи портів, що розташовані у Дніпро-Бузькому регіоні і спеціалізуються в основному на постачанні зернових, металу і автомобілів. Він розташований на правому березі Дніпро-Бузького лиману між північно-східною околицею міста Очакова та селища Куцуруб. Акваторія порту площею 12,2 гектарів захищена хвилезахисними спорудами загальною довжиною 820 м. Територія вантажних причалів ТОВ «Порт Очаків» становить 8 гектарів. ТОВ «Порт Очаків» призначений для обробки вантажних і вантажопасажирських суден, організації поромного сполучення з перевезення колісної техніки і великовантажних автомобілів.

Основною діяльністю ТОВ «Порт Очаків» є транспортне оброблення вантажів. Середньорічні обсяги перевантаження на підприємстві складають: мармурова крихта - 32,0 тис. тонн; зернові культури - 120,0 тис. тонн; пісок - 50,0 тис. тонн; інші (товари народного побуту, технічне обладнання) - 5,0 тис. тонн. Виробничу схему структурних підрозділів підприємства можна представити наступним чином: основне виробництво - перевантажування та тимчасове складування насипних вантажів; допоміжне виробництво - адміністративно-побутове господарство; ремонтне господарство; транспортне господарство.

У безпосередній близькості до ТОВ «Порт Очаків» має місце істотний вплив судноплавства на навколишнє середовище, такий як шум від працюючих двигунів суден або приладів, які використовуються для завантаження-розвантаження суден, викиди SO_2 та NO_x судновими двигунами, пил від обробки навалювальних вантажів, таких як зерно, пісок, вугілля. Далі вантажі розподіляються завдяки використанню

інших видів транспортування – автомобілів, вагонів, внутрішнього водного транспорту тощо. Автомобільний і залізничний транспортний потік являє ще одне джерело додаткових проблем із навколишнім середовищем. При цьому ступінь навантаження на навколишнє середовище зростає пропорційно зростанню обсягів портового вантажопотоку.

Також однією з гострих проблем, пов'язаних з негативним впливом морського порту на навколишнє середовище є днопоглиблення. Ця процедура дає змогу, з одного боку, сприяти морській навігації та покращити можливість морської міжнародної торгівлі, збільшуючи глибини підхідних каналів та акваторій портів. З іншого боку, надавати будівельний матеріал для будівництва нових терміналів, причалів, збільшення портових територій. Але існує й зворотній бік цих переваг, це замутнення прибережних вод, скорочення проникнення світла у морські глибини, порушення життя водних біоекоценозів, підняття на поверхню великої кількості осадових шкідливих речовин. Особливо це стосується прилеглих великих міст, де у складі вод знайдено важкі метали, органохлорні суміші, поліароматичні гідрокарбонати, нафтові гідро карбони тощо.

Висновки. В результаті проведеного дослідження, виявилося що основними видами впливу діяльності ТОВ "Порт Очаків" на навколишнє середовище є шумове, фізичне та хімічне забруднення атмосферного повітря в процесі роботи суден та обладнання для транспортування вантажів; забруднення прибережних вод унаслідок проведення днопоглиблювальних робіт; накопичення відходів та залишків вантажу, внаслідок їх прийому до портового приймального обладнання.

УДК 502/504

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХУ ТОВ''ЕЛЕВАТОРПРОМСЕРВІС''

Благодатний В.В., доцент, канд. техн. наук; Лук'янов А.В., студент
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Здійснення технологічних процесів у машинобудівному виробництві призводить до утворення значної кількості забруднюючих речовин різного складу. Сучасні невеликі підприємства цієї галузі, як правило, обладнані застарілими засобами газоочищення та пиловловлювання, або не мають їх взагалі. Серед значної кількості різновидів впливу машинобудівного виробництва на довкілля найбільшу небезпеку створює пилове забруднення атмосферного повітря. Згідно з даними досліджень, чисельне значення валових викидів пилоподібних часток та аерозолів, що викидаються в атмосферу, у середньому в десятки разів перевищують викиди інших найпоширеніших забруднювачів. Тому розробка заходів з очищення відхідних газів від твердих частинок, повинні мати системний характер і базуватися на сучасних методах досліджень.

Проведено аналіз джерел забруднення повітря у інструментальному цеху ТОВ ''Елеваторпромсервіс''. Встановлено, що найбільші валові викиди шкідливих речовин відбуваються від заточувальних верстатів. Головною забруднюючою речовиною є аерозольні частинки металу та абразивного пилу. На сьогоднішній день, цех не оснащений системою вентиляції.

Розроблено систему вентиляції інструментального цеху, що складається з місцевого відсмоктувача, трубопровідної системи, вентиляторів та засобів очищення повітря.

Проведено порівняльний аналіз існуючих конструкцій місцевих відсмоктувачів. У якості критерію порівняльної оцінки обрано ефективність місцевого відсмоктувача. Для порівняльного аналізу обрані: витяжна шафа, панель Чернобережського, витяжний зонт з конічною вставкою та витяжний зонт без конічної вставки. У результаті аналізу найкращим варіантом визнано витяжний зонт з конічною вставкою з ефективністю до 96 %.

Проведено вибір засобів пилоочищення. Для фільтрування повітря, виходячи з економічних показників та ефективності пиловловлювання, обрано пилоочисний агрегат типу ЗІЛ-900, який відфільтровує 99% пилу.

Таким чином, найбільш доцільно застосовувати систему з витяжним зонтом з конічною вставкою та пилоочисний агрегат ЗІЛ-900, що може забезпечити як необхідний рівень якості повітря в цеху, так і відповідність кінцевих характеристик відхідних газів нормативним показникам.

УДК 504:629.5.03-05

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА РОЛКЕРІ JOLLY DIAMANTE

Личко Б. М., Кулікова К. Д., Гіржев І. В.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Дослідження питань екологічної безпеки мореплавства - складне завдання, для вирішення якого застосовуються методи нормативно-правового регулювання, організаційно технічних заходів, технічного і технологічного забезпечення. При цьому мова йде про зниження не тільки можливих ризиків, а й рівня поточного впливу на морське середовище в результаті викидів вихлопних газів судновими двигунами, скидання суднових відходів, баластних вод, а також про боротьбу з екологічними наслідками аварій.

В умовах звичайної експлуатації судна основним джерелом забруднення є суднова енергетична установка (СЕУ), що являє собою складний комплекс функціонально взаємопов'язаних машин, апаратів і пристроїв, призначений для виробництва, передачі, трансформації та використання різних видів енергії, необхідної для забезпечення функціонування судна у відповідності до його призначення, а також для забезпечення необхідних умов для екіпажу та пасажирів. В процесі експлуатації СЕУ утворюються викиди відпрацьованих газів, нафтовмісні стічні води, тверді виробничі відходи та теплові викиди.

До складу СЕУ ролкера Jolly Diamante входять головний та допоміжний комплекси установки. На судні встановлено один головний дизельний двигун фірми MAN 7L70ME-C8 двотактний, крейцкопфний, реверсивний з газотурбінним наддувом при постійному тиску пари перед турбіною. Двигун працює на важкому паливі, в спеціальних екологічних районах двигун переходить на легке паливо для зменшення шкідливих викидів. Допоміжний комплекс задовольняє потреби в енергії будь-якого виду та забезпечує задане функціонування головного комплексу і загально суднових споживачів - встановлена водоопріснювальна установка, допоміжний котел та чотири дизель-генератори.

Судно дотримується концепції «зелене судно» і має «Green plus notation», яка вимагає величезних технологічних екологічних рішень, зокрема вихлопної системи газоочищення, холодної очистки і систем моніторингу викидів. Конструкція судна також була гідродинамічно оптимізована з урахуванням оптимізації швидкості для всіх експлуатаційних режимів. Використано наступні оптимізаційні заходи: спеціальна конструкція транцевої корми, DSME рушій з закрученою навантажувальною кромкою для підвищення продуктивності руху та запобігання кавітації і DSME Pre-Swirl Stator в передній частині гвинта в якості енергозберігаючого пристрою.

На судні встановлено сучасну установку переробки стічних вод Seung ISS-60N продуктивністю за органічними речовинами 3,35 кг/добу. Власна технологія Seung - "Fixed Media Method", максимально збільшує площу контакту мікроорганізмів зі стічними водами, тому здатна виконувати очистку дуже швидко та в оптимальному режимі. Перевагою цієї установки є те, що за короткий час велика область заповнюється мікроорганізмами, утворюючи шар біомаси не тільки на поверхні, а й у всьому робочому об'ємі. Таким чином стічні води очищуються з використанням біологічних методів.

Для спалювання твердих або рідких відходів передбачено інсинератор MAXI NG 100SL WS, який порівняно з іншими пристроями має більш просту конструкцію і систему автоматичного керування, меншу вартість і питомі показники площі й об'єму, а також не потребує кваліфікованого технічного обслуговування. При встановленні інсинератору для спалювання тільки твердих відходів, нафтовмісні відходи можуть спалюватися у водогрійному чи допоміжному котлі, або зберігатися на судні до здачі їх у порту. До складу обладнання входять подрібнювачі, які являють собою ізольовані камери з валами, що обертаються в протилежні сторони і на яких насаджені різаки різної форми та розмірів, завдяки чому відходи з металу, паперу, скла, пластику та інші здрібнюються до невеликих шматочків, частинок. Тверді відходи можуть спалюватися на колосниковій решітці, безпосередньо на поду або за допомогою піролізу.

З метою своєчасного повідомлення про виникнення пожежі на судні застосовано систему пожежної сигналізації фірми Autronica. Сигнал, поданий автоматичною або ручною пожежною сигналізацією, надходить на спеціальний щит, змонтований на відповідному посту, і фіксується на ньому.

Висновок. Основними технологічними рішеннями щодо забезпечення екологічної безпеки при експлуатації суднової енергетичної установки на ролкері Jolly Diamante є встановлення на борту дизельного двигуна, без валогенератора та з прямою передачею і допоміжного комплексу, який забезпечує задане функціонування головного комплексу та загально суднових споживачів. Також при будівництві судна було передбачено встановлення вихлопної системи газоочищення, холодної очистки і систем моніторингу викидів, сучасної установки переробки стічних вод, установки спалювання твердих або рідких відходів, системи пожежної сигналізації.

УДК 628.33

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ РОЗДІЛЕННЯ МІДІ ТА НІКЕЛЮ В ПРОЦЕСІ ІОНООБМІННОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

Сухарева А.С., аспірант[1], Трохименко Г. Г., канд. біол. наук, доцент[1],
Гомеля Микола Дмитрович, д-р техн. наук, професор[2]
[1]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м Миколаїв
[2]Національний політехнічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Важкі метали в основному потраплять до стічних вод від кольорової металургії, лакофарбової промисловості, машинобудівної галузі, гальванічних виробництв, виробництва акумуляторів та скла, хімічної обробки рослин, фосфорних мінеральних добрив і т.д [1].

Гальванічне виробництво споживає відносно небагато води, але його стічні води є одними з найбільш токсичних і шкідливих. В його стічних водах багато важких металів, які потраплять до навколишнього середовища і накопичуються в живих організмах і донних відкладеннях, осадах, що утворюється при очищенні стічних вод, як на промислових підприємствах, так і на міських очисних спорудах, що перешкоджає їх подальшій утилізації [1].

Найбільш перспективним методом вилучення іонів важких металів із стічних вод різного походження є іонний обмін, який дозволяє організовувати замкнуті (безстічні) цикли водокористування та забезпечує створення маловідходних процесів переробки відпрацьованих регенераційних розчинів [2]. При цьому для переробки рідких відходів доцільно використовувати електрохімічні методи, що дозволяють повертати у виробництво цінні важкі метали та багаторазово використовувати регенераційні розчини [3].

Для вивчення електрохімічного розділення використовували розчини сульфату міді та нікелю. Крім цього в розчинах присутній надлишок кислоти. Тому для вивчення процесів електрохімічного розділення міді та нікелю використовували модельні розчини з надлишком та без надлишку сірчаної кислоти. Як електроди використовували катод із нержавіючої сталі та титановий анод покритий оксидом рутенію.

Як видно з рис.1 електроліз суміші солей міді та нікелю в однокамерному електролізері проходив в основному з виділенням міді у вигляді порошку.

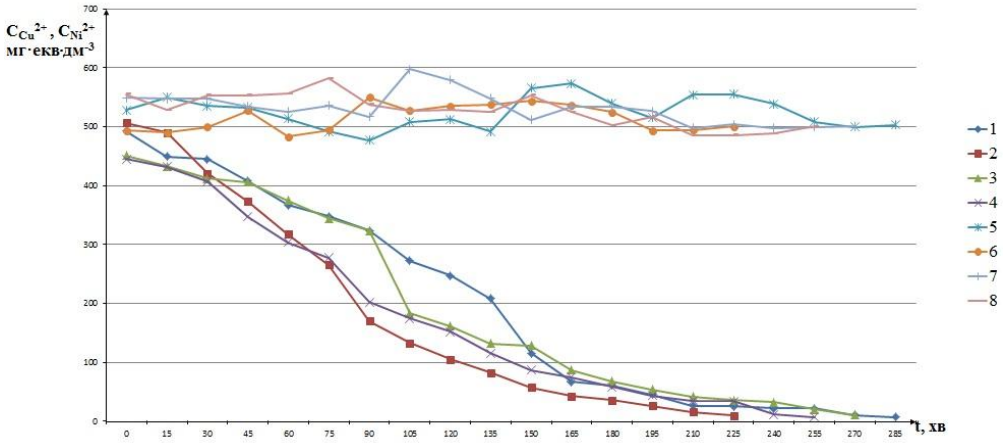


Рис.1. Залежність залишкової концентрації іонів міді (1, 2, 3, 4) та нікелю (5, 6, 7, 8) від часу електролізу розчинів, що містять 473,8 мг-екв·дм$^{-3}$ іонів міді та 531,3 мг-екв·дм$^{-3}$ іонів нікелю (1-8) при кислотності розчинів 1000 мг-екв·дм$^{-3}$ (1, 2, 5, 6), 500 мг-екв·дм$^{-3}$ (3,7) та 0 мг-екв·дм$^{-3}$ (4, 8).

Як і слід було очікувати, в процесі електрохімічного відновлення міді кислотність зростала, тому що на аноді утворювалась кількість протонів, еквівалентна кількості відновленої міді. Очевидно, саме тому в усіх 4-х випадках відмічено збільшення кислотності розчину в процесі електролізу на величину, еквівалентну кількості відновленої міді.

Отриманий розчин сульфату нікелю з надлишком сірчаної кислоти можна досить легко переробляти у двохкамерних електролізерах.

У результаті можна отримати металевий нікель у вигляді порошку та сірчану кислоту. Сірчана кислота придатна для повторної регенерації катіоніту. Таким чином, можна реалізувати безвихідний процес вилучення міді та цинку при іонообмінному їх вилученні з води.

Список використаних джерел

[1] **Долина Л.Ф.** Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов [Текст]: Монография. – Днепропетровск.: Континент, 2008. – 254 с.

[2] **Гомеля М.Д.** Дослідження процесів очистки води від кадмію на катіоніті КУ-2-8 [Текст] / М.Д. Гомеля, О.В. Глушко, І.С. Сагайдак, В.М. Радовенчик // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – №1. – С.53 – 56.

[3] **Гомеля М.Д.** Електрохімічне вилучення іонів нікелю з нейтральних та кислих регенераційних розчинів [Текст] / М.Д. Гомеля, Ю.А. Омельчук, О.В. Глушко, В.С. Камаєв // Східно-европейський журнал передових технологій. – 2011. – №6/6(54). – С. 26 – 29.

[4] **Лурье Ю.Ю.** Справочник по аналитической химии [Текст]. – М.: Химия, 1989. – 448 с.

УДК 628.31

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАКЦІЇ НАФТИ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Смірнова О.О., аспірант, Трохименко Г.Г., к.б.н., доцент
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Для визначення вмісту нафтопродуктів зазвичай використовують газохроматографічний або ІЧ-спектрометричний методи. Проведення таких аналізів потребує застосування складної та дорогої апаратури. Гравіметричний аналіз хоч і досить точний та немає необхідності у складних приладах, але трудомісткий і тривалий у часі. Рідше використовують УФ-спектрометрію, що пов'язано з безструктурністю спектрів поглинання нафтопродуктів. Однак поглинання екстрактів нафти дозволяє визначити сумарний вміст вуглеводнів у воді.

Нафтопродукти у воді визначали екстракційно-спектрофотометричним методом. Як екстрагенти застосовували: гексан, чотирихлористий вуглець, хлороформ. З метою визначення максимумів поглинання на спектрофотометрі Beckman Coulter DU 720 в кюветі з товщиною шару 0,5 см зняли спектри поглинання екстрактів нафти, отриманих обробкою 50 см^3 водної емульсії нафти з концентрацією близько 30 мг/дм^3 10-ма см^3 екстрагента. Розчином порівняння був відповідний розчинник. Паралельно знімали спектри поглинання самої водної емульсії з концентрацією нафти 100 мг/ дм^3 .

Ступінь екстракції нафти (S) розраховували за формулою:

$$S = \left(1 - \frac{Св}{Со}\right) * 100\% \quad ,$$

де Св - визначена концентрація нафти у воді, мг/дм^3,

Со - початкова концентрація нафти у воді, мг/дм^3.

На основі проведених дослідів будували градуювальні графіки для визначення нафти екстракційно-спектрофотометричним методом при використанні різних екстрагентів (гексану, чотирихлористого вуглецю, хлороформу). Стандартні розчини нафти готувались двома способами. Перший - шляхом її розчинення у відповідному розчиннику. Для цього 0,1000 г нафти розчиняли у 50,0 см^3 органічного розчинника, що відповідає концентрації нафти у водній фазі 20 мг/дм^3 (враховуючи ступінь концентрування при екстракції). Усі наступні розчини готувались шляхом розведення вихідного. Оптичну густину розчинів вимірювали на спектрофотометрі Beckman Coulter DU 720 при довжинах хвиль, які відповідають максимумам поглинання для відповідних екстрагентів, і товщині кювети 0,5 см. Другий спосіб полягав у наступному. Наважку нафти 5,0 мг струшували з 0,500 дм^3 води протягом 15 хв. При цьому утворювалася стійка емульсія. Розчини для градуювального графіка отримували розведенням вихідної емульсії, екстрагували і вимірювали світлопоглинання в умовах першого способу.

Спектри поглинання нафти у різних органічних розчинниках наведено на рис.1. При екстракції хлороформом спостерігаються два максимуми поглинання (табл. 1). Більш інтенсивний з них було обрано для визначення. Спектр поглинання самої водної емульсії принципово відрізняється від спектрів екстрактів, максимуми відсутні.

Таблиця 1

Максимуми поглинання нафти для різних екстрагентів

Екстрагент	Гексан	CCl_4	$CHCl_3$
λ_{max}, нм	206	265	241; 247

Встановлено, що час повної екстракції нафти складає 4÷5 хв.

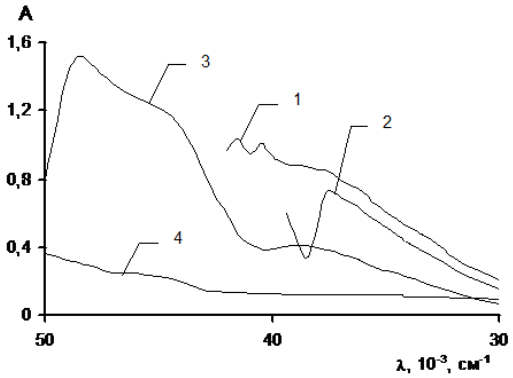


Рис. 1. Спектри поглинання нафти у різних розчинниках.
1- хлороформ; 2- чотирихлористий вуглець; 3- гексан; 4- водна емульсія

ЛІТЕРАТУРА

1. Поконова Ю.В. Химия нефти. – Л.: Химия, 1984. – 360 с.
2. Сумская А.И., Амирханова В.Н. Состояние и перспективы развития методов аналитического контроля сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий // Нормирование и контроль за выбросами вредных веществ в окружающую среду, мероприятия по обеспечению ПДВ и ЦДС: Тезисы докладов. – Казань. – 1989. – С. 26–27.
3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984.– 448 с.
4. Пенза В.Н., Костюк Н.Н., Дик Т.А., Широкий В.А. Экспресс–определение содержания нефтепродуктов в природных, сточных и питьевых водах // 15 Менделеев. съезд по общей и прикладной химии. – Том 3. – Минск.– 1993.– С. 28–29.
5. Штивель Н.Х., Типикова Л.И., Смирнова З.С. Определение нефтепродуктов в водах методом ИК– спектроскопии // Химия и технология воды, 1985. – Т. 7, №2. – С. 47–49.

УДК 62-622

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЕВОГО ПАЛИВА В СИСТЕМІ ПАЛИВНИХ КОМІРОК НА СУДНАХ МОРСЬКОГО ФЛОТУ

Гайша О.О., викл.
Горбов В.Ю., студент НУК,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Як відомо, суднові енергетичні установки у якості пального можуть використовувати важкі та легкі види палива. Однак, в усіх випадках паливо є набором певних вуглеводнів, що згоряють, виділяючи теплоту та є причиною викиду газоподібних відходів. Відповідно усюди використовується екзотермічна реакція горіння та її теплота, дуже значна частина якої просто розсіюється у навколишнє середовище. У наш час стрімкого розвитку технологій існують значно економічніші методи приведення до руху транспортних засобів, одним з яких є застосування електричних двигунів, електрику для яких можна отримувати від спеціального інноваційного джерела, що зветься «паливною коміркою» або «паливним елементом» (англ. “fuel cell” – FC).

У паливній комірці відбувається процес, зворотний до явища електролізу, і при цьому виробляється теплота та електричний струм. Найпоширенішим є варіант комірки, у якому реалізується хімічна реакція синтезу водню з киснем, але без процесу горіння: переважна частка енергії, що виділяється при такій хімічній реакції, іде на вироблення електричного струму. Очевидним, дуже великим плюсом цього методу є його надзвичайна екологічність, що проявляється у двох важливих аспектах:

- продуктом реакції є вода;
- водень, необхідний для реакції, може бути вироблений безпосередньо з води шляхом використання «чистої» енергії вітру та сонця.

Паливні елементи є доробленою технологією і вже впроваджуються у різноманітні транспортні засоби. Зокрема, найбільш відомим проектом використання водню у якості пального для FC є автомобіль Toyota Mirai, масові продажі якого розпочалися у 2014 році. Вантажні автомобілі великої маси також можуть живитися від паливних елементів: таку конструкцію має розробка Nikola One компанії Nikola Motor Company. Паливні елементи також застосовуються на ще масивніших транспортних засобах – залізничних поїздах.

Наприклад, у Данії цілий водневий потяг курсує по маршруту Vemb, Lemvig и Thyboron, дальність якого складає біля 60 км. Найцікавішим для суднобудівників варіантом є впровадження паливних елементів на судна.

Для впровадження водних паливних елементів у морській транспортній Європі в 2003 році був створений консорціум FellowSHIP (паливні елементи для кораблів з низьким рівнем викидів). В консорціум FellowSHIP входять компанії Det Norske Veritas (DNV), Eidesvik Offshore, MTU Solutions CFC, Vik-Sandvik та Wärtsilä Automation Norway. Також у Європі створені наступні:

- консорціум Fuel Cell Boat BV. В консорціум входять компанії: Alewijnse, Integral, Linde Gas, Marine Service North і Lovers;

- некомерційна асоціація Водню та паливних елементів на морському транспорті. (Асоціація морських водню та паливних елементів MHFCA). В асоціацію входить біля 120 організацій. Ціллю асоціації є розробка планів застосування водню на морському транспорті, встановлення контактів для спільних дослідницьких проектів, визначення пріоритетів для розвитку, подолання бар'єрів, розробка кодів, стандартів і правил використання водневих технологій у морських застосуваннях.

У Німеччині виробляються підводні човни класу U-212 з паливними елементами виробництва Siemens AG. Човни U-212 стоять на озброєнні Німеччини, а також у Греції, Італії, Кореї, Ізраїлі. Під водою човен працює на водні і практично не виробляє шумів.

Іспанська суднобудівна компанія Navantia, S.A. планує розпочати виробництво підводних човнів класу S-80 з силовими установками на PEM з водними паливними елементами потужністю 300 кВт. Водень виробляється на борту підводного човна з етанолу. Постачальником паливних елементів є компанія UTC Power (США). S-80 призначені для охорони побережжя. Використання водневих паливних елементів дозволить скоротити рівень шуму, і збільшити час знаходження під водою.

Експлуатація пасажирського судна Zemships у Німеччині почалася влітку 2008 року. Довжина його складає 25,5 м, а ширина – 5,2 м, що дозволяє брати на борт до 100 пасажирів. Потужність двох паливних елементів складає по 50 кВт, а відповідна потужність електродвигуна судна дорівнює 100 кВт.

Ісландія планує перевести на водень всі риболовецькі судна. Для виробництва водню буде використовуватися геотермальна енергія та енергія ГЕС.

Підсумовуючи, можна сказати, що водень для використання у паливному елементі є ідеальним джерелом енергії майбутнього. Для суднобудівної галузі також можна сміло впроваджувати паливні елементи, як економічне і надійне джерело електроструму для невеликих та середніх суден. Однак, слід зауважити, що для великих суден (танкерів, суховантажних та контейнерних суден, потужність СЕУ яких складає тисячі кіловат), впровадження паливних елементів (і їх батарей) є, ймовірно, завчасним. В першу чергу це є справедливим через тимчасову, порівняно невелику потужність паливних елементів, що має змінитися у майбутньому.

Література.

1. Е.Б. Гильмияров, В.В. Цветков. Многокритериальный подход к выбору судовой энергетической установки // Вестник Мурманского государственного технического университета. – Том 9, Вып. №3. – 2006. – С.502-513.

УДК 504.05

АВТОМАТИЗАЦІЯ СТЕХІОМЕТРИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ СУДНОВОГО ПАЛИВА

Гайша О.О., викладач
Кіліманов Б.О., студент НУК
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Для роботи суднової енергетичної установки використовується рідке дизельне пальне – важке (флотський мазут) та легке (суднові малов'язкі палива, дистиляти). Суднові палива повинні відповідати критеріям якості, технологічності та економічності: мати високу теплоту згорання, низьку вартість, високі температури спалаху, здатність до легкого загоряння, забезпечення економічності роботи двигуна у всіх режимах, забезпечення легкого запуску системи, повне згорання, без утворення нагару. Окрім технологічних характеристик в останні роки одним із основних критеріїв оцінювання палива є його екологічність. Згідно із Sulphur Emission Control Area (SECA – зони контролю за викидами сполук сірки згідно з Додатку VI MARPOL 73/78 по питанням органічних викидів продуктів згорання в атмосферу від 1 січня 2015 року) контролюється вміст сірки, який у паливі повинен бути не більше за 1,5 % та не більше за 0,1 % для районів SECA.

За даними Європейської агенції Transport&Environment смертність близько 50 000 європейських мешканців на рік у прибережних зонах пов'язана з викидами продуктів згоряння палива міжнародних суден.

За статистикою пасажирський флот має тенденції до збільшення – в 1980 році пасажирами морських круїзних лайнерів стали 1,4 мільйони людей, в 2016 році – 24 мільйони пасажирів. Отже викиди в атмосферу від дії суднових енергетичних установок збільшувалися, через що були прийняти міри з контролю над суднови паливом.

Для розрахунків процесу горіння палива необхідно визначити такі параметри: кількість кисню, яка необхідна для горіння палива та кількість продуктів горіння.

Розрахунок кількості кисню, яка необхідна для горіння 1 кг палива можна визначити використовуючи стехіометричні закони. Необхідно скласти рівняння реакцій горіння та рівняння теоретичної кількості кисню.

Реакції горіння компонентів палива мають вид:

$$C + O_2 = CO_2, \quad 12кг\ C + 32кг\ O_2 = 44кг\ CO_2$$
$$2H_2 + O_2 = 2\ H_2O, \quad 4кг\ H_2 + 32кг\ O_2 = 36кг\ H_2O$$
$$S + O_2 = SO_2, \quad 32кг\ S + 32кг\ O_2 = 64кг\ SO_2$$

Маса необхідного кисню:

$$m_{O2} = \{(32 / 12)Cp + (32 / 4)Hp + (32 / 32)Sp - Op\}/100 =$$
$$= \{(8 / 3)\ Cp + 8\ Hp + Sp - Op\}/100 \ кг,$$

де *Cp*, *Hp*, *Sp* та *Op* – процентний вміст відповідно Карбону, Гідрогену, Сульфуру та Оксигену.

Знаючи масу, легко розрахувати об'єм необхідного кисню, так як відома його густина (за нормальних умов).

Рівняння для визначення теоретичної кількості необхідного повітря матиме вид:

$$V_O = 0{,}0889\ (Cp + 0{,}375\ Sp\ ) + 0{,}265\ Hp - 0{,}0333\ Op.$$

Усі вказані формули відтворені у середовищі програмування Mathcad – див. рис.

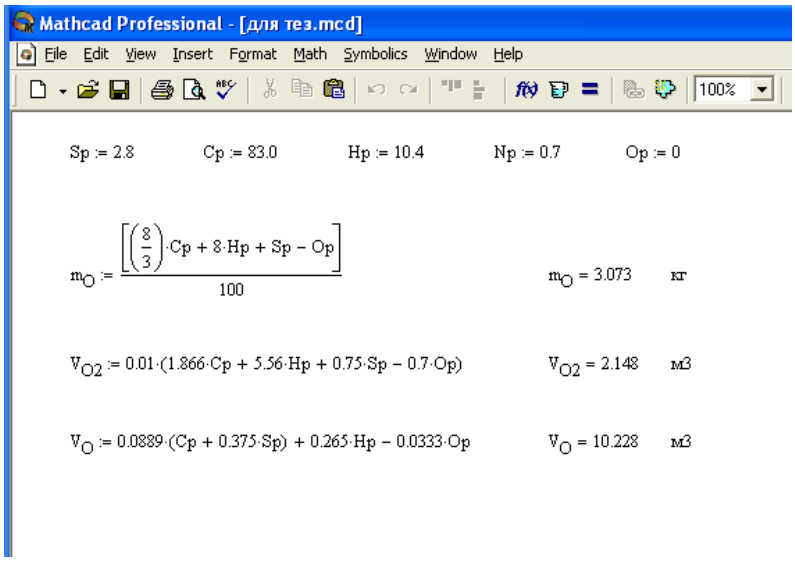


Рис. Частина вікна середовища Mathcad із розробленою програмою для розрахунку термічних властивостей суднових палив.

Отриманий результат дозволяє автоматизувати процес аналізу складу суднового пального на предмет завищених потреб у кисні для його використання. Наприклад, для палива «Мазут високосірчистий» процентний вміст складових (Сульфур, Карбон та Гідроген) можна побачити на рис. Відповідні розрахунки дають значення необхідного об'єму повітря (за нормальних умов) на рівні 10 м^3.

Таким чином, у даному дослідженні розглянуто процес згоряння суміші, що складається переважно із трьох компонентів: Карбон, Гідроген, Сульфур. Розраховано кількість кисню, необхідну для згоряння кілограму палива типу «Мазут сірчистий», яка складає 2 м^3, що з урахуванням процентної частки Оксигену у повітрі дає близько 10 м^3 повітря, необхідних для згоряння одного кілограму палива. З використанням розробленого програмного забезпечення можна швидко проводити аналіз термічних властивостей суднових палив.

Література.

1. Неділько С.А. Математичні методи в хімії. – К.: «Либідь», 2005. – 254 с.

УДК 502/504

ВИБІР ЕКОЛОГІЧНО ЕФЕКТИВНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ТА РІДКИХ ВІДХОДІВ .

Благодатний В.В., доцент, канд. техн. наук; Чокой А.Г.,студент
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Утилізація промислових відходів становить суттєву екологічну проблему сьогодення. Рідкі та тверді відходи різних галузей виробництва досить часто містять небезпечні речовини, які неможливо знешкодити на території виробничого майданчику, де вони утворюються, з огляду на порівняно невелику їхню кількість та необхідність проведення додаткових заходів з екологічної безпеки. Тому доцільною є централізована переробка таких відходів на спеціалізованих підприємствах. У той же час, в Україні ця галузь промисловості розвинена недостатньо. Отже, актуальним є питання створення екологічно чистих підприємств з утилізації твердих та рідких відходів.

Проведено аналіз існуючих технологічних схем перероблення відходів на підприємстві з отримання альтернативного виду енергії ДСЛ-2010. Технологічні схема переробки відпрацьованих нафтопродуктів на підприємстві включає операції збирання, перевезення, оброблення, знешкодження та утилізації відходів, а технологія переробки твердих речовин, крім того, подрібнення. Кожна з цих операцій супроводжується викидами шкідливих речовин у атмосферу.

Проведений порівняльний аналіз раціональних варіантів засобів для спалювання рідких та твердих відходів. У якості критеріїв екологічної ефективності було прийнято повноту знешкодження небезпечних речовин, енергетичну ефективність, та кількість викидів забруднюючих речовин у атмосферу. У результаті аналізу для спалювання твердих відходів було обрано двокамерну піч УТ 3000Д, а для знешкодження рідких – установку роторного типу УНН-0,8. Обрані установки характеризуються зручними габаритними розмірами, високою продуктивністю, низькими витратами палива, невисокими температурами викидів газу у повітря, потребують обслуговування невеликою кількістю людей.

Визначено кількісний та якісний склад атмосфери під час роботи обраних установок. З'ясовано, що найбільшу кількість забруднюючих речовин потрапляє у атмосферу під час утилізації хімічних речовин. Викидами від горіння відходів є діоксид азоту, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, зола, метанол, формальдегід, фенол, аміак, бензол.

Проведений порівняльний аналіз раціональних варіантів очищення повітря під час спалювання твердих та рідких відходів. На основі проведеного аналізу обрана установка двохступінчатого типу. Першим ступенем є установка ЦН – 11, а другим ступенем – пінний скрубер. Загальна ефективність установки складає не менше 90%. Також перевагами цієї установки раціональні габаритні та техніко - технологічні показники, й легкість у експлуатації. Як показали проведені дослідження, обрана установка забезпечує зменшення кількості шкідливих викидів у повітря до значень, нижчих від нормативних.

УДК 31/69/504

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ НУЛЬОВОГО ЕКО-ПОСЕЛЕННЯ

Літвак С.М., доцент, канд. техн. наук; Паламарчук М.М., магістр
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Необхідна умова виживання людини - збереження незайманої і відновлення порушеної людиною природного середовища, в тому числі і поліпшення здоров'я людини, як частини цього середовища. Для кардинального зменшення навантаження на природне середовище житло повинне поступово стати еко-будинком.

Нульовим або енергоефективним прийнято називати будинок з малим енергоспоживанням. Будинок повинен бути влаштований таким чином, щоб втрачати якомога менше тепла. Для країн з довгими і складними осінньо-зимовими умовами це дуже актуально.В ідеалі пасивний будинок-повністю незалежна енергосистема. Такий будинок - сам забезпечує себе теплом і світлом.

При розробці проекту враховано різні чинники негативної дії на людину для максимальної мінімізації їх. Використання енергії з поновлювальних джерел основа будинку для досягнення повної автономності конструкції. Розраховано економічну доцільність побудови еко-будинку та еко-поселення.

У еко-будинку на відміну від звичайного повинна бути комфортна атмосфера, він повинен ефективно використовувати енергію і не чинити негативний вплив на навколишнє середовище.

Все еко-будівництво тримається на так званих «зелених» технологіях: це коли для створення здорових і комфортних умов життя використовують різні природні фактори.

До «зелених» технологій належить біонічна архітектура, коли при проектуванні застосовують закони і форми живої природи; використання альтернативних джерел енергії, таких як енергія сонця, вітру, води; застосування екологічних матеріалів, здебільшого природних, які створюють здоровий мікроклімат в будинку і не завдають шкоди навколишньому середовищу при їх утилізації.

Таким чином , еко-дім - це система з позитивним екологічним ресурсом. Вона складається з дому нульового енергоспоживання і присадибної ділянки. У поняття еко-дім входить сам будинок, надвірні будівлі, сад-город, система накопичення води, місце відпочинку.

Еко-дім може забезпечити таку якість життя, при якому родина буде мати можливість виростити здорове наступне покоління. При масовому будівництві еко-будинків можна сподіватися на якісне відтворення людської популяції в цілому і відновлення порушеного екологічного ресурсу в населених пунктах.

Вибираючи пасивний будинок, можна істотно заощадити на вартості землі. Так як мова йде про енергозалежну систему, немає необхідності підключатися до існуючих комунікацій. Тому можна придбати ділянку землі не підключену до комунікацій, вона обійдеться набагато дешевше. Крім того, вартість обладнання, необхідного для перетворення енергії поновлюваних джерел часто дешевше, ніж плата за підключення до існуючих комунікацій.

Саме тому раціонально вважати, що розробка проекту екологічного дому дуже корисна та цікава справа.

Але спроектувати з врахуванням усіх чинників такий еко-будинок дуже важно без використання інноваційнихпідходів та комп'ютерної реальності.

Проект еко-поселення –це готовий проект, який можна сміливо втілювати в життя в Україні чи за її межами.

Список використаних джерел

1. Лапин Ю.Н. Автономныеэкологические дома. — М.: «Алгоритм-книга», 2005. — 416 с.
2.Тетиор А.Н. Строительнаяэкология. — Киев: «Будівельник», 1992. — 260 с.
3. Конюшков А.М., Яковлев С.В. Водоснабжение и канализация. – М.: «Гостстройиздат», 1960. – 534 с.
4. УилсонДжудит: Экологичныйдом. — М.: «Арт-Родник», 2008. — 144 с.
5.Фреско Ж., Медоуз Р. Всёлучшее, что не купишь за деньги. – Днепропетровск: «Лира», 2013. – 200 с.

УДК 621.318

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ

Радионов А.В.,
ООО «НПВП «Феррогидродинамика», г. Николаев

В настоящее время основной экологической проблемой признана проблема нарушения экосистем. Это может происходить и в результате нерационального использования природных ресурсов, и в результате техногенных катастроф [1].

Проблема обеспечения техногенной безопасности занимает особое место среди глобальных проблем современного общества. За прошедшее столетие более половины крупных аварий произошли в последнее десятилетие. Одновременно увеличился их разрушительный эффект – на последнее десятилетие приходится почти половина погибших и 40% раненых [2].

По степени потенциальной опасности, приводящей к подобным катастрофам в техногенной сфере, можно выделить объекты ядерной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, магистральные газо- и нефтепроводы и т.д., которые в дальнейшем будем называть объектами повышенной экологической опасности (ОПЭО).

Методологической основой обеспечения безопасности системы „человек-техника-среда“ может быть только системный анализ. Это связано с тем, что системный анализ отличается междисциплинарным характером исследований, использованием как интуитивных, экспертных, так и вероятностных, статистических, а при необходимости – других жестких математических методов.

С учетом того, что невозможно создать абсолютно безопасные технологии и обеспечить абсолютную безопасность, то, очевидно, следует стремиться к достижению такого уровня риска, с которым общество в данный период времени может согласиться. Поэтому для оценки уровня техногенной безопасности следует принять концепцию приемлемого (допустимого) риска.

Необходимо отметить, что для выбранных объекта (система „человек-техника-среда“) и предмета исследования (объективные закономерности предупреждения техногенных аварий) невозможно выполнить

прогноз интегральных показателей столь сложной системы, не говоря уже о траектории их изменения. Вот почему основное внимание в моделировании процессов следует уделить уяснению тех внутренних закономерностей и „узких“ мест конкретной системы „человек – техника – среды “, воздействие на которые окажется наиболее результативным.

Из фактической невозможности рассмотрения крупных процессов в целом вытекает целесообразность их декомпозиции до отдельных производственных или технологических операций. Такая декомпозиция позволяет отказаться от макроуровневого рассмотрения исследуемой системы «человек-техника-среда» и заменить его микроуровневым, а взаимное влияние отдельных элементов учесть с помощью дополнительных взаимосвязей.

Невозможно определить точное время наступления техногенной аварии, но цель исследований должна состоять в оценке степени влияния конкретных свойств системы „человек-техника-среда“ и ее элементов на условия проявления и величину техногенной опасности.

В работе [3] вводятся понятия кризиса, катастрофы и катаклизма. Кризис рассматривается как явление, свидетельствующее о необходимости адаптации системы к заметно изменившимся внешним или внутренним условиям. Он характеризуется сохранением ее самых важных характеристик и незначительным ущербом элементам. Однако появление кризисов следует расценивать как свидетельство необходимости обновления системы.

В отличии от кризиса возникновение катастрофы обычно сопровождается значительным и довольно резким изменением интегральных показателей системы вследствие преобразования и коренной перестройки ее структуры. Еще более радикальные изменения наблюдаются при катаклизмах. Их появление равносильно краху, т.е. прекращению существования большинства систем.

С точки зрения системного анализа, кризис – это разница между существующей и желаемой системой. Исходя из этого, реальной проблемой, которую необходимо решить, является недопущение того, чтобы накопление дефектов в оборудовании или отклонения от нормального хода технологических процессов привели к такому развитию сценария, после которого техническая система перестает подчиняться человеку, и происходит неблагоприятный исход.

Статистические данные свидетельствуют, что для многих видов оборудования широко применяющихся на ОПЭО, (электродвигатели, редукторы, мешалки, вентиляторы и т.д.) его надежность и работоспособность чаще всего определяются надежностью подшипниковых узлов.

В свою очередь, до 90% случаев аварийных разрушений подшипниковых узлов вызвано неудовлетворительной работой уплотнений. Несмотря на значительный прогресс в области герметологии и многообразие конструктивных решений, проблема обеспечения длительного безотказного функционирования уплотнений является чрезвычайно актуальной. Это связано с тем, что потенциальные возможности традиционных уплотнений (манжетных, сальниковых, торцовых, лабиринтных и других типов) в значительной степени исчерпали себя и обеспечить абсолютную герметичность не в состоянии.

Одним из возможных путей решения данной проблемы, является применение нового типа уплотнений – магнитожидкостных герметизи-рующих комплексов [4].

В аспекте данной проблемы целью системного анализа является повышение надежности, работоспособности, долговечности, эффективности эксплуатации и обслуживания технологогического оборудования путем замены штатных уплотнений на МЖГК.

Возникающие в МЖГК магнитные, тепловые и механические поля существуют и взаимодействуют одновременно. Именно совместное проявление взаимосвязанных физических процессов – электромагнитных, тепловых, силовых – формирует в итоге рабочие свойства МЖГК и определяет их функциональную пригодность.

Поэтому при исследовании МЖГК необходимо также использовать системный анализ, в котором, при принятых допущениях, все процессы рассматриваются в рамках общей системы с учетом всех сопутствующих факторов и их взаимосвязей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Муравьева Е.В. Прикладная техносферная рискология. Экологические аспекты. [Текст] / Е.В. Муравьева, В.Л. Романовский; Казанский гос. тех. ун-т им. А.Н. Туполева.-Казань, 2007. – 355с .

2. Сугак Е.В. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие; в 3ч. ч. 1. Техногенная безопасность [Текст] / Е.В. Сугак, А.Г. Кучкин, Е.Н. Окладникова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. – 260с.

3. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере [Текст] / П.Г.Белов. – М.: Издательский центр „Академия“, 2003. – 512с.

4. Радионов А.В. Магнитожидкостные герметизаторы как средство повышения экологической безопасности технологического оборудования ГЭС [Текст] / А.В. Радионов, А.Д. Подольцев // Гідроенергетика України. – 2014. – №2 – 3. – с. 58 – 62.

Секція. 7.
БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

УДК 629.5.054:004.896

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

Жуков Ю. Д., Еременко А. П.
Национальний університет кораблебудування імені адм. Макарова

Как показывает анализ аварийности судов, основной причиной является человеческий фактор, обусловленный нарушением правил эксплуатации судов, прежде всего выбором опасного режима штормования (РШ): скорости судна V и его положения относительно волн q (курсового угла волн – КУВ). Следствиями этого являются повреждение груза вследствие большого угла крена, опрокидывание судна, в том числе на попутном волнении, разрушение корпуса и т. д.

В работе [1] показано, что для уменьшения степени влияния человеческого фактора необходимо применение специализированных информационных систем обеспечения безопасности мореплавания (ИСОБМ), построенных на основе мультиагентных технологий. Основной частью такой системы является распределенная система поддержки принятия решений (СППР), вырабатывающая рекомендации капитану по выбору РШ.

Задача определения оптимального РШ использует параметры безопасности и экономической эффективности как тривиальное ограничение и целевую функцию, соответственно. Максимум экономической эффективности соответствует движению судна в соответствии с планом перехода, т. е. шторм не оказывает влияния на движение судна, однако в реальности курс и скорость судна изменяются для достижения безопасного состояния.

Комплексный показатель безопасности РШ учитывает иерархическую концепцию критерия остойчивости второго поколения для неповрежденного судна [2]. В соответствии с этим критерием рассматривается 5 аварийных ситуаций: потеря остойчивости на попутном волнении, опрокидывание в положении лагом к волне, основной и параметрический резонанс бортовой качки, превышение допустимых ускорений. Вероятность возникновения каждой аварийной ситуации определяется с учетом гидродинамических характеристик корпуса судна, его посадки, состояния груза, спектра волнения.

При определении комплексного показателя безопасности целесообразно учитывать степень тяжести последствий развития конкретной ситуации, т. е. применять методы теории риска.

Для решения задачи оптимизации РШ в состав СППР вводится специальное агентство – совокупность интеллектуальных агентов, взаимодействующих между собой для достижения поставленных перед ними целей. Для поиска оптимального РШ целесообразно использование децентрализованных методов, соответствующих принципам построения мультиагентных систем [3], в частности метода PSO (particle swarm optimization – оптимизация с помощью роя частиц). Вычисление целевой функции в отдельно взятой точке пространства поиска возлагается на агентов-экспертов, которые определяют значение экономической эффективности и интегрального показателя безопасности, используя при этом информацию от других агентов, выполняющих измерение параметров динамики судна, параметров морского волнения и ветра.

Непосредственно поиск оптимального РШ осуществляется многочисленной группой агентов-частиц, каждый из них представляет одну точку пространства поиска, координаты которой последовательно изменяются в зависимости от значений целевой функции (по данным агентов-экспертов), максимума, достигнутого ранее данным агентом и глобального максимума, достигнутого ранее во всем агентстве.

Для повышения скорости работы данных алгоритмов целесообразно ввести в поведение агентов-частиц учет типовой формы штормовой диаграммы (известной агенту-эксперту), что позволит использовать особенности целевой функции и сосредоточить поиск на наиболее перспективных направлениях. Для реализации такого поведения необходима разработка соответствующей онтологии, описывающей общие свойства поверхности целевой функции.

Выводы

В работе рассмотрены принципы децентрализованного принятия решений в задаче выбора оптимального режима штормования, решаемой в мультиагентной системе обеспечения безопасности мореплавания. Использование мультиагентного метода оптимизации с учетом свойств целевой функции позволяет повысить скорость определения оптимального РШ, вследствие чего возможно применение указанных методов и средств в составе распределенной ИСОБМ, функционирующей в режиме реального времени.

Список литературы

1. Еременко А. П., Жуков Ю. Д. Интеллектуальная бортовая система обеспечения безопасности мореплавания // Электротехнические и компьютерные системы. – 2016, № 22 (98). – С. 293-300.

2. Umeda N. Current Status of Second Generation Intact Stability Criteria Development and Some Recent Efforts // Proceedings of the 13th International Stability Workshop, Brest, 23-26 September, 2013. – pp. 138-157.

3. Mathews G., Durrant-Whyte H., Prokopenko M. Decentralized Decision Making for Multiagent Systems // Advances in Applied Self-Organizing Systems. – Springer, 2008. – pp. 77-104.

УДК 626.76 : 531.66

ОЦЕНКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ БУКСИРНОГО ТРОСА ПРИ УДАРЕ ПО НЕМУ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВСТРЕЧНОГО ПОДВОДНОГО ОБЪЕКТА

Трунин Константин Станиславович, к.т.н., доцент
Кафедра менеджменту НУК имени адмирала Макарова

При эксплуатации морских привязных систем (МПС), в состав которых входят и подводные буксируемые системы (ПБС), возможны аварийные режимы работы, при которых система выходит из строя. В качестве такового может быть рассмотрен случай столкновения элементов ПБС: подводных буксируемых объектов (ПБО) и гибких связей (ГС) с другими посторонними подводными объектами (ППО), в качестве которых могут выступать морские млекопитающие, подводные лодки (ПЛ), различные подводные препятствия [2,6,7]. В кабель-тросе (КТ) во время качки возникают чрезвычайно сильные напряжения, что приводит к его повреждению или разрыву [1,с.27].

При столкновениях элементов ПБС с ПО нагрузки в ГС могут увеличиваться в несколько раз, в связи с чем возникает потребность определения их максимальных значений и создания соответствующих математических моделей [Тр.Опр.макс.нагр]. В результате неравномерного растяжения ГС уменьшается их прочность, что приводит к уменьшению их срока эксплуатации.

В определённые времена года в некоторых районах Мирового океана, морях и проливах, отдельных внутренних водоёмах довольно частыми являются столкновения судов и ПЛ, МПС и ПБС с крупными морскими обитателями: морскими черепахами, рыбами и млекопитающими, в период сезонных миграций с мест зимовки в тропических водах к местам нагула в холодные воды Южного и Северного полушарий.

Некоторые примеры столкновений морских обитателей с подводными аппаратами, буксирными тросами и т.п.приведены в [7,8].

В [4,5] рассмотрен случай, когда при буксировке ПБО происходит столкновение морского млекопитающего, например, кита (малого полосатика – Balaenoptera acutirostrata) с буксирным тросом. Полагаем, что система «надводное судно-буксировщик – буксирный трос – буксируемый подводный объект» (НС-Б – БТ – БПО) движется с постоянной скоростью V_{01}. Буксирный трос растянут силой натяжения $\boldsymbol{T_0}$ так, что его можно рассматривать как струну длиной $2\boldsymbol{l_0}$ с закреплёнными концами. В некоторый момент времени, который принимаем за начало отсчёта $(t = 0)$ по тросу ударяет тело массой m_2 , движущееся со скоростью V_{02}. (рис. 1) [4,5].

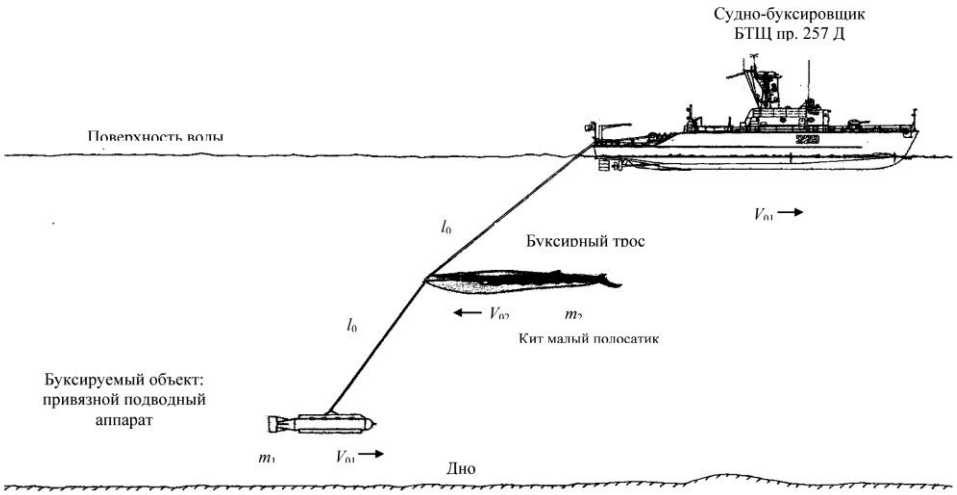


Рис. 1. Схема системы «НС-Б – БТ – БПО» в момент удара встречного ПО по БТ.

Удар происходит посередине буксирного троса. Определено максимальные дополнительное натяжение ΔT в результате удара неизвестного подводного объекта (ПО) по буксирному тросу. В первом приближении буксирный трос будем рассматривать как растяжимую невесомую нить.

Выражения для динамического натяжения троса от удара без учёта массы троса

$$\Delta T = (V_{01} + V_{02})\sqrt{\frac{m_2 EF}{2l_0}}\,, \qquad (1)$$

и с учётом массы троса.

$$\Delta T = (V_{01} + V_{02})\sqrt{\frac{m_2 EF}{2l_0\left(1+\frac{m_1}{m_2}\right)}}\,. \qquad (2)$$

Система формул (1) и (2) показывает влияние учёта эквивалентной массы троса. Учёт массы троса приводит к уменьшению величины динамического натяжения троса [5]. Полученные оценки динамического натяжения (1) и (2) являются приближёнными, так как не учитывают волновые процессы в самом тросе и сопротивление воды при движении троса в воде .

Применим для решения данной задачи компьютерную модель динамики МПС с ГС, полученную на основе математической модели динамики ГС МПС [9]. Длина ГС принята 100 м, её диаметр 14 мм, модуль Юнга $9{,}55\cdot10^8$ Па, погонная масса 0.15386 кг/м. Нормальный коэффициент гидродинамического сопротивления ГС равен 1,8, а тангенциальный – 0,025. СН и ПА неподвижны. В начальный момент времени ГС находится в состоянии покоя, расположена вертикально и имеет форму прямой линии. Её натяжение (Т) равно нулю. Затем в средней точке её длины происходит столкновение с объектом массой m_2 (морским животным, рыбой или моллюском), который движется с начальной скоростью V_0, перпендикулярно к ГС.

Необходимо определить возможность использования формулы (1) для определения максимальной силы натяжения ГС, возникающей в результате её столкновением с объектом. Формула (1) получена в предположении о прямолинейности участков ГС между ней и ПА и СН, а также отсутствия потерь на гидродинамическое трение ГС. Параметры моделирования приведены на рис. 2.

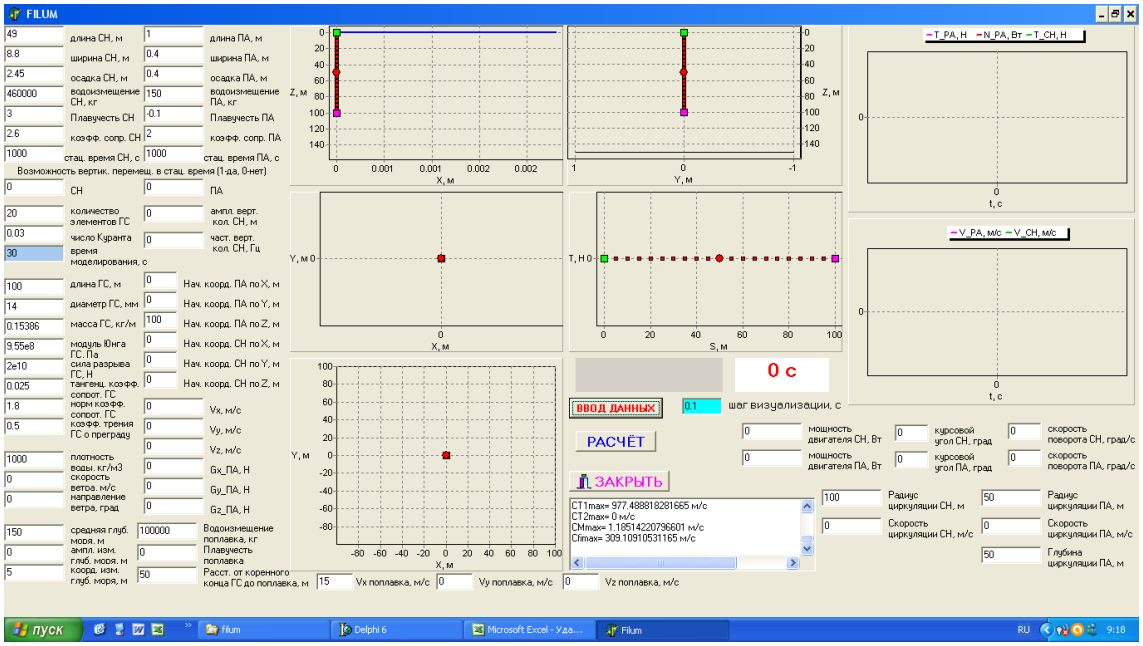


Рис. 2. Начальный вид окна программы.

Результаты математического моделирования показывают, что форма ГС в процессе взаимодействия с морским объектом может существенно отличаться от линейной формы (Таблица 2). В процессе моделирования мы предполагали, что ППО остаётся связанным с ГС (не освобождается от неё) в течение всего времени её движения, как в положительном, так и в отрицательном направлении. Время моделирования выбрано произвольно и составляло 30 с. Диаграммы в табл. 1 также выбирались в произвольные моменты времени, наиболее характерные для данного случая.

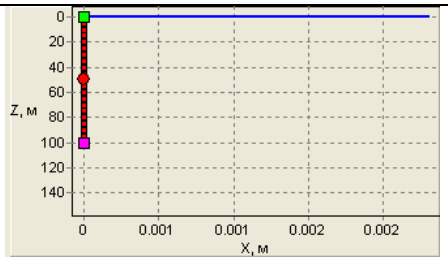
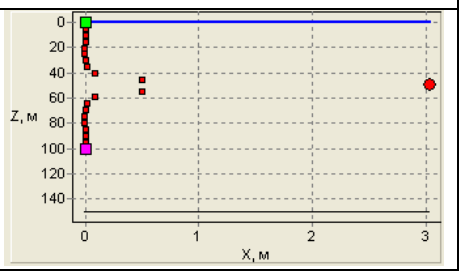
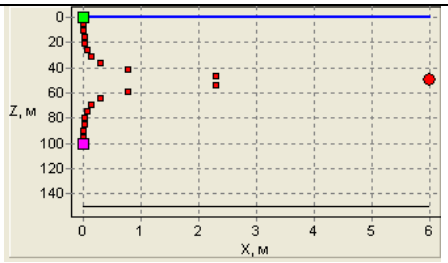
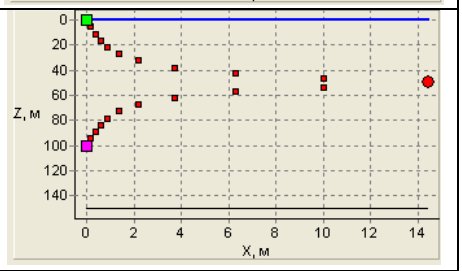
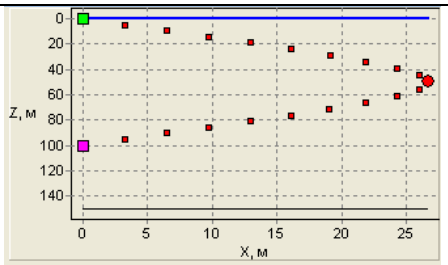
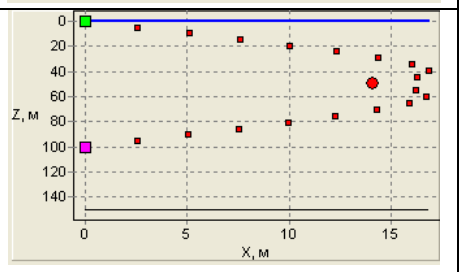
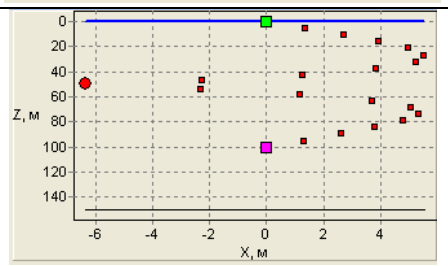
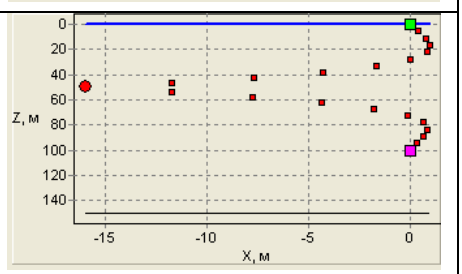
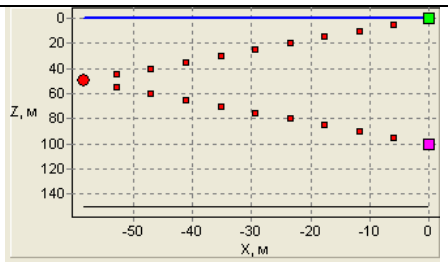
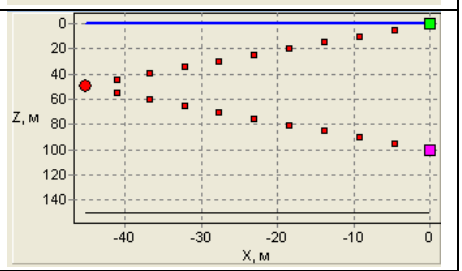
Результаты математического моделирования показывают, что форма ГС в процессе взаимодействия с морским объектом может существенно отличаться от линейной формы (см. Табли. 1). В процессе моделирования мы предполагали, что ППО остаётся связанным с ГС (не освобождается от неё) в течение всего времени её движения, как в положительном, так и в отрицательном направлении. Время моделирования выбрано произвольно и составляло 30 с. Диаграммы в табл. 1 также выбирались в произвольные моменты времени, наиболее характерные для данного случая.

Сила натяжения ГС за это время существенно изменялась (рис.3). При максимальной силе натяжения ГС её форма соответствует допущениям, которые использовали в процессе вывода формулы (1) (для m=100 т и V_0=15 м/с).

Из рис. 3 следует, что морской объект вместе с ГС совершает затухающие колебания, свидетельствующие о существенном влиянии сил сопротивления жидкости. Форма ГС во время максимального её натяжения существенно зависит от массы морского объекта, что подтверждают данные на рис. 4–6 (V_0=15 м/с). При малой массе она существенно отличается от линейной.

Таблица 1

Результаты математического моделирования столкновения буксирного троса системы «НСБ – БТ – БПО» с встречного ПО с применением компьтерной модели МПС с ГС

Момент времени, с	Форма ГС	Момент времени, с	Форма ГС
0		0,2	
0,4		1,0	
14,6		15,7	
17,5		18,4	
25,9		30,0	

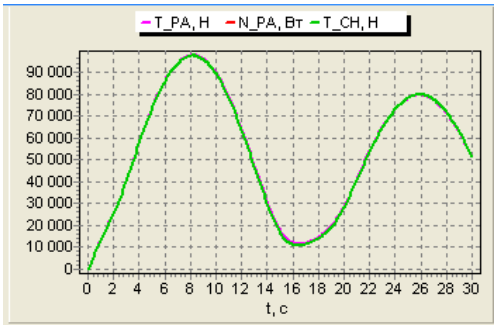


Рис. 3. Изменение силы натяжения ГС.

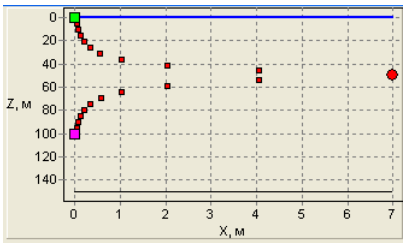


Рис. 4. Форма ГС при её максимальном прогибе (m=1 т).

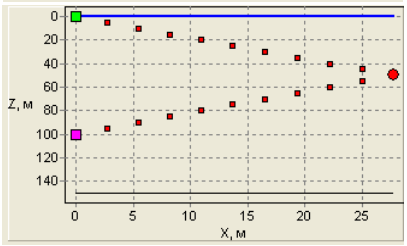


Рис. 5. Форма ГС при её максимальном прогибе (m=10 т).

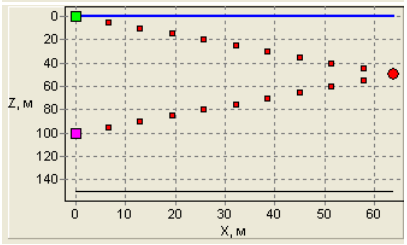


Рис. 6. Форма ГС при её максимальном прогибе (m=100 т).

В табл. 2 приведены результаты расчётов по формуле (1) и с помощью компьютерной модели.

Таблица 2

Результаты расчётов по формуле (24) и с помощью компьютерной модели
($L_{ГС}$ = 100м, E=9.55E ÷ 08 Па, $d_{ГС}$ = 14 мм, F=0,000154 м^2, V = 14 м/с, m = 1000 кг, ΔT = 1,20E ÷ +04 Н)

m, T	100		10		1,0	
V, м/с	$\Delta T_{форм}$, кН	$\Delta T_{мод}$, кН	$\Delta T_{форм}$, кН	$\Delta T_{мод}$, кН	$\Delta T_{форм}$, кН	$\Delta T_{мод}$, кН
1	8,57	9,15	2,7	2,25	0,857	0,38
2	17,1	17,8	5,4	4,1	1,71	0,74
3	25,7	25,5	8,1	5,6	2,57	1,05
4	34,3	32,5	10,8	7,2	3,43	1,4
5	42,9	40,0	13,5	8,5	4,29	1,7
6	51,4	46,4	16,2	10,1	5,14	2,0
7	60,0	52,0	18,9	11,2	6,0	2,25
8	68,6	58,6	21,6	13,0	6,86	2,6
9	77,2	65,0	24,4	14,5	7,72	2,85
10	85,7	71,0	27,0	15,6	8,57	3,15
11	94,3	77,0	29,8	17,0	9,43	3,4
12	103,0	82,0	32,5	18,5	10,3	3,7
13	111,0	87,0	35,0	20,0	11,1	3,95
14	120,0	92,0	37,9	21,5	12,0	4,25
15	129,0	97,0	40,7	22,5	12,9	4,4
20	–	–	–	–	17,1	5,7
25	–	–	–	–	21,4	6,8
30	–	–	–	–	25,7	7,9

На рис. 7 приведены результаты сравнения зависимости силы максимального натяжения ГС от скорости V_0, полученные в результате вычисления по формуле (1) (обозначено (форм.) и математического моделирования с помощью компьютерной модели (мод.).

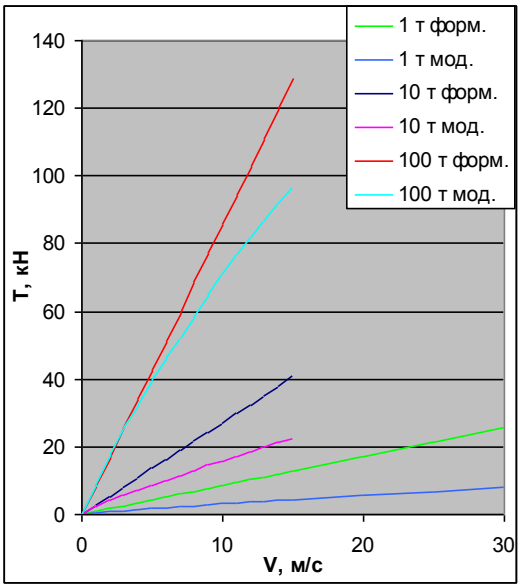


Рис. 7. Зависимости силы максимального натяжения ГС от скорости V_0. 1, 3 и 5 – расчёт по формуле (1). 2, 4 и 6 – математическое моделирование. 1 и 2 - m=1 т. 3 и 4 - m=10 т. 5 и 6 - m=100 т.

Из сравнения результатов на рисунке 7 следует, что формула (1) применима, если m больше 10 т и V_0 меньше 4 м/с, в остальных случаях она даёт существенно завышенные результаты.

Вывод: Научная новизна данного исследования заключается в совершенствоваии методики расчёта ГС МПС на примере ПБС (буксирного троса), при их проектировании, при аварийном режиме эксплуатации с учётом ударных нагрузок. Применение разработанной компьютерной модели динамики МПС с ГС для проверки расчётов дополнительного натяжения буксирного троса при ударе по нему в центре ППО позволяет более точно осуществлять данные расчёты и показывает универсальность разработанной компьютерной модели для расчётов параметров различных классов МПС с ГС.

Литература:

1. Ажажа В.Г. Дорогами подводных открытий [Текст] / В.Г. Ажажа – М.: Знание, 1977. – 160 с.
2. Берто Г. Океанографические буи [Текст] / Г. Берто: Пер с англ. Л.: Судостроение, 1979. – 215 с.
3. Трунин К.С. Определение максимальных нагрузок в элементах подводных буксируемых систем при аварийных режимах эксплуатации [Текст] / К.С. Трунин // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали II міжнар. наук.-техн. конф. – Миколаїв: НУК, 2011. – С. 504–505.
4. Трунин К.С. Определение дополнительного натяжения троса при ударе постороннего подводного объекта по буксирному тросу [Текст] / К.С. Трунин. // Прикладные задачи математики и механики : материалы XIX междунар. наук.-техн. конф. – Севастополь: СевНТУ, 2011. – С. 67–69.
5. Трунин, К.С. Оценка дополнительного натяжения троса при ударе подводного объекта по буксирному тросу. // XX МНТК «Прикладні завдання математики та механіки-2012», («ПЗММ-2012»).– Матеріали XX міжнар. наук.-техн. конф. Севастополь, Севастоп. нац.. техн.. ун-т; наук. ред.. С.О. Папков – Севастополь: СевНТУ, 2012. – С.63-66)
6. Уо Ж. 20 лет в батискафе [Текст] / Ж. Уо. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 176 с.
7. Юрнев А.П. Аварии под водой [Текст] / А.П. Юрнев, Б.Д. Сахаров, А.В. Сытин. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1986. – 128 с.
8. Яковлев Д.Я. Неожиданные атаки [Текст] / Д.Я. Яковлев. – С. 212–221.– // В кн.: Человек, море, техника – 88: Сб. ст. – Вып. 5. – Л.: Судостроение, 1988. – 376 с.
9. Трунин К.С. Компьютерная модель динамики морской привязной системы с гибкой связью [Текст] // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2016. – С. 296-298.

УДК 629.5.017

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОДОИЗМЕЩАЮЩИХ КАТАМАРАНОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Король Ю.М., Любицкая Н.Г.,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Катамараны к настоящему времени уверенно заняли свою нишу в составе мирового флота и число их год от года непрерывно увеличивается [1]. Интерес к катамаранам объясняется не только повышенной поперечной остойчивостью, но и большой площадью палубы. В связи с этим они используются для перевозки пассажиров (линейные, круизные и прогулочные суда), в качестве паромов, судов для добычи морепродуктов, полезных ископаемых, проведения военных действий и научно-исследовательских работ. Непрерывный рост цен на органическое топливо выдвигает на передний план задачи минимизации сопротивления движению таких судов, поэтому даже на этапе эскизного проектирования математическая модель ходкости катамаранов должна быть многопараметрической и содержать в себе все особенности их гидродинамики. В связи с этим представляется актуальной задача создания базы данных по модельным буксировочным испытаниям систематических серий катамаранов различных формообразований. В настоящем докладе на примере результатов испытаний [2] остроскуловых моделей С932 (две скулы) и С925 (одна скула) сформирована база данных и разработано программное обеспечение для расчета буксировочного сопротивления. Значения варьируемых в серии параметров представлены в таблице 1, где $L/\nabla^{1/3}$ - удлинение корпуса судна; S/L - относительный клиренс; ∇ - объемное водоизмещение; Fn - число Фруда.

Таблица 1 – параметры систематической серии

		$L/\nabla^{1/3}$	S/L		Fn
Symmetric	C932	4.66; 5.08; 5.74	0.24; 0.27; 0.30; 0.33; 0.36; 0.41; :		0.2÷0.7
	C925	4.66; 4.92	0.24; 0.30; 0.36; :		0.2÷0.6
		$L/\nabla^{1/3}$	S/L	Stagger (%L_{WL})	Fn
Staggered	C932	4.66; 5.08; 5.74	0.30	6; 10; 20; 30	0.3÷0.5
	C925	4.66	0.30	10; 20; 30	0.2÷0.6

Корпуса моделей располагались симметрично (symmetric) или со сдвигом (stagger). Для фиксированных значений относительного клиренса результаты буксировочных испытаний представлены в виде зависимостей коэффициента остаточного сопротивления C_R от Fn в виде представленном на рисунке 1.

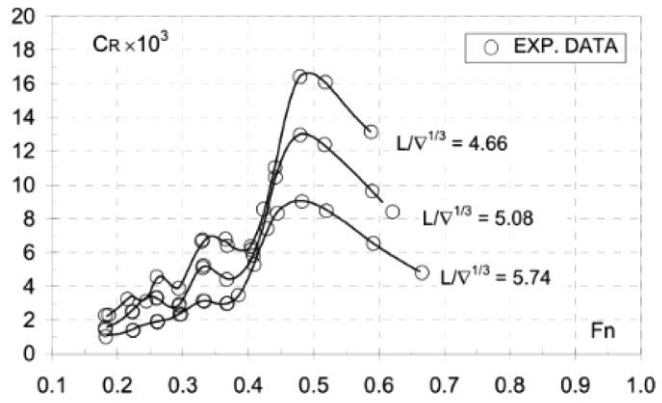


Рисунок 1 – Зависимость $C_R(Fn)$ для С932 при $S/L = 0.24$

Сдвиг корпусов оказывает существенное влияние на величину буксировочного сопротивления (см. рисунок 2) и позволяет при необходимости его минимизировать.

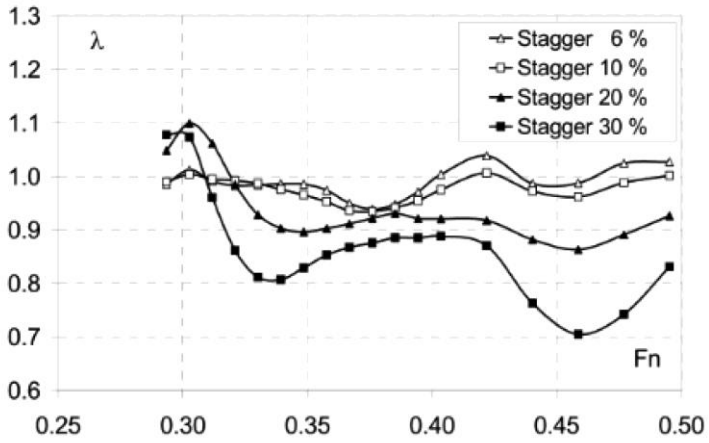


Рисунок 2 – Влияние сдвига корпусов на сопротивление для С932 при $L/\nabla^{1/3}=4.66$

Все представленные в отчете [2] зависимости оцифрованы, занесены в базу данных, а разработанное программное обеспечение в соответствии с алгоритмом многомерной нелинейной интерполяции позволяет легко осуществлять расчет сопротивления катамаранов для любых сочетаний параметров из указанных диапазонов.

Список литературы

1. Дубровский В.А. Многокорпусные суда. [Текст] / Под ред. В.А. Дубровского. –Ленинград: Издательство «Судостроение», 1978. – 304с.
2. Claudio Pensa. Experimental Investigation on Two Displacement Catamarans: Systematic Variation of Displacement, Clearance and Stagger [Article]/ The International Journal of Small Craft Technology. – 2007. – 11p.

УДК 629.5.035.5

ГЕНЕРАТОР ОБВОДОВ БЫСТРОХОДНЫХ СУДОВ ПОВЫШЕННОЙ МОРЕХОДНОСТИ

Король Ю.М., Коваленко А.А.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Процесс генерации обводов судов достаточно трудоемок и поскольку он, как правило, выполняется одним конструктором продолжителен во времени. Поэтому представляется актуальной разработка автоматизированного генератора обводов быстроходных судов повышенной мореходности. Как известно [1], такие обводы были предложены Эрбилом Сертером, который на основе «deep V» предложил оригинальную форму носовой оконечности, реализующую принцип «wave piercing» исключающий возникновение слеминга и рикошетирования.

Базовыми линиями обводов Сертера являются пространственные кривые верхней палубы, четырех скул, линии киля и форштевня для половины корпуса судна. Скулы попарно образуют два продольных редана с наклоном их плоскостей к диаметральной плоскости в 94°. Обводы каждой кривой в виде дискретных зависимостей $y_i(x_i)$ и $z_j(x_j)$ обезразмериваются делением абсцисс, ординат и аппликат соответственно на габаритные размеры: длину верхней палубы или скулы, ширину корпуса и высоту борта. Далее при помощи программы Aproximator, реализующей 4 способа аппроксимации для 8 базисных функций, осуществляется поиск коэффициентов аппроксимирующей функции для совокупности точек $y_i(x_i)$ и $z_j(x_j)$ конкретной кривой. Эти коэффициенты записываются в базу «Corpus» в виде файлов вида (см. рисунок 1-2), причем первая цифра в файле обозначает номер базисной функции, вторая – число членов ряда, а остальные – коэффициенты аппроксимации. Исходные точки и аппроксимирующие кривые приведены на рисунке 3.

6
5
0.0000000
0.4000000
1.4477550
-1.1066480
-2.5242330

Рисунок 1 – Содержание файла CSK1_1.txt для носовой ветви скулы №1

1
8
0.4841385
-0.0393444
0.6702615
-3.3734545
7.2258960
-6.1197514
0.9290400
0.7233465

Рисунок 2 – Содержание файла CSK1_2.txt для кормовой ветви скулы №1

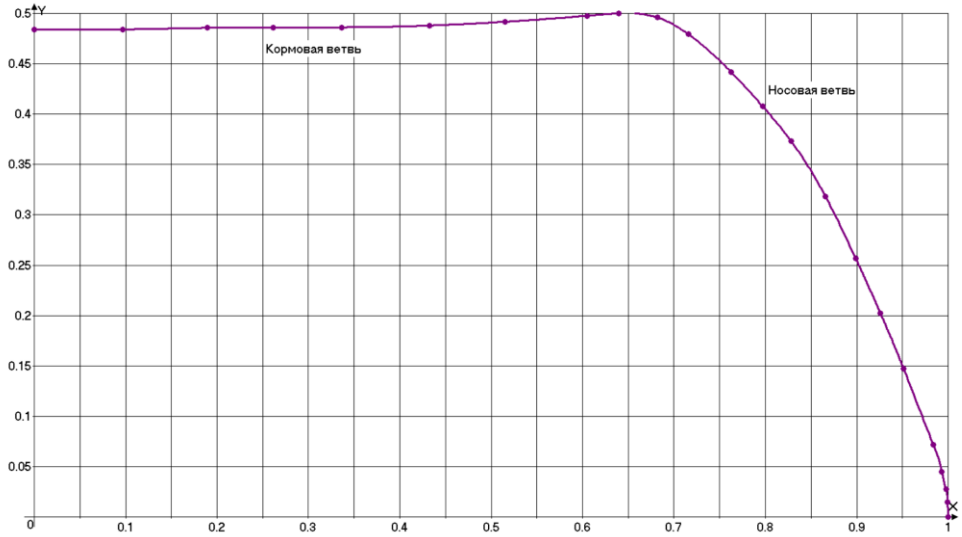


Рисунок 3 – Исходные точки и аппроксимирующие кривые скулы №1

Затем при помощи специальной программы GSS2017 для задаваемых габаритных размеров судна L, B, H осуществляется оразмеривание и запись в базу данных в виде кривых в формате SolidWorks (*.sldcrv). Далее средствами SolidWorks строится поверхность одного борта, затем при помощи инструмента «зеркально отразить) – второго, зашивается палуба и транец и создается 3D модель, показанная на рисунке 4.

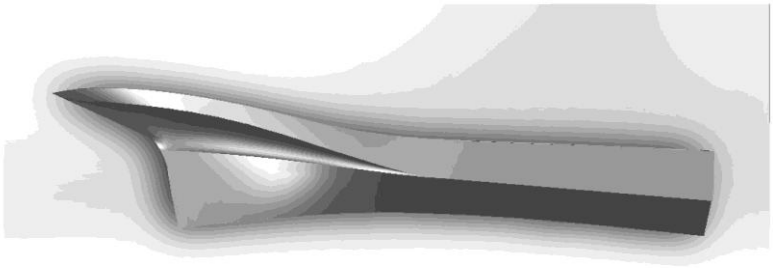


Рисунок 4 – 3D модель судна

Таким образом мы получаем возможность генерации обводов быстроходных судов с желаемыми формообразованиями и сочетаниями габаритных размеров для осуществления оценки их эффективности в CFD кмплексах.

Литература:

1. E.H. Serter Hydrodynamics and naval architecture of deep vee hull forms [Text], Y .Muh. ,D.I.C. ,F.R.I.N. A. ,M.R. Ac.S., 1993, 208p.

УДК 531.391 : 627.713

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ МОРСКИХ ПРИВЯЗНЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ БУЁВ НЕЙТРАЛЬНОЙ ПЛАВУЧЕСТИ

Трунин Константин Станиславович, к.т.н., доцент
кафедра менеджменту НУК имени адмирала Макарова

С целью проверки универсальности разработанной математической модели [5,6] и алгоритма динамики МПС с ГС [7], реализованных в виде компьютерной модели описания динамики МПС с ГС[8], используем полученную модель для описания динамики БНП. Ранее было проведено тестирование компьютреной программы рассмотрены случаи буксировки на примере ПБС (и т.н. обратной буксировки) [9], режим пространственного движения МПС с ГС на примере циркуляции ПБС [10], что подтвердило работоспособность разработанной программы.

Существует класс МПС, имеющих в своём составе ГС [1,2,3,4], – своеобразные плавучие комплексы – буи, свободно плавающие (дрейфующие) или удерживаемые тросом (океанографические, нейтральной плавучести, специальные и т.п.). Используем данную компьютерную модель для описания динамики БНП. В полученной модели вместо СН используем БНП а вкачестве ПА – якорь Я.

Рассмотрим примеры использования модели динамики МПС с ГС:

1. малый буй без поплавка, течение под 45°, волнение, скала 10 м;
2. малый буй и груз, течение под 45°, волнение, скала 10 м, малый ход СН.

Случай 1. Малый буй без поплавка, течение под 45°, волнение, скала 10 м. На рис. 1 приведен вид рабочего окна программы моделирования динамики динамики БНП после ввода исходных данных.

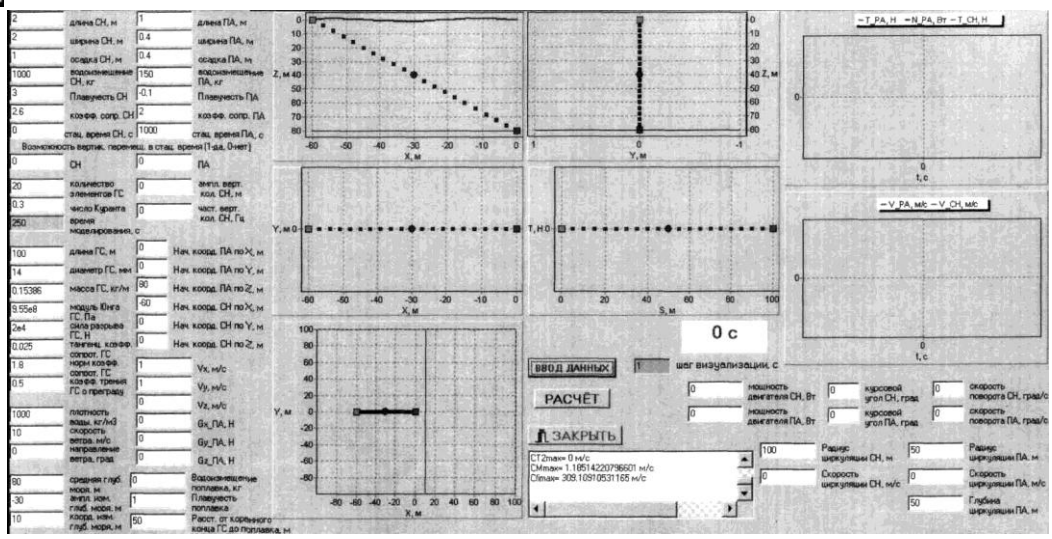


Рис. 1. Вид рабочего окна программы моделирования динамики динамики плавучего буя после ввода исходных данных для случая 1.

Рабочее окно программы содержит окна для задания величин 58 параметров МПС и 4 параметров алгоритма. Справа от этих окон кратко записано название параметров и их размерности. Количество элементов ГС определяет погрешность моделирования и затраты времени на выполнение расчётов. Время моделирования динамики условно принято 250 с. Шаг визуализации результатов моделирования определяет

частоту обновления диаграмм в рабочем окне программы и записи результатов в файлы на жёстком диске компьютера.

Таблица 1

Параметры ПлБ и Я

№	Характеристики	БНП	Я
1	длина	2 м	1 м
2	ширина	2 м	0,4 м
3	осадка	1 м	0,4
4	водоизмещение	1000 кг	150 кг
5	плавучесть	3	- 0,1
6	коэффициент сопротивления	2,6	2
7	стационарное время	0 с	1000

Две группы, по восемь параметров в каждой, определяют характеристики БНП и якоря Я (Табл 1). Длина ГС – 100 м. Количество элементов ГС принято 20, длина одного элемента не составляет 5 метров. Параметры ГС: начальная длина ГС 100 м; начальный диаметр ГС 14 мм; плотность единицы длины ГС 0,15386 кг/м; модуль Юнга материала ГС $9{,}55 \cdot 10^8$ Па; допустимая сила растяжения ГС $2 \cdot 10^4$ Н; тангенциальный коэффициент гидродинамического сопротивления ГС 0,025; нормальный коэффициент гидродинамического сопротивления ГС 1,8; коэффициент трения ГС о преграду 0,5.

Начальные координаты ГС определяются тремя координатами БНП и Я: начальная координата БНП по X -60 м; начальная координата БНП по Y 0 м; начальная координата БНП по Z 0 м; начальная координата Я по X 0 м; начальная координата Я по Y 0 м; начальная координата Я по Z 80 м. В начальный момент времени ГС имеет форму прямой нерастянутой линии (сила натяжения равна нулю), соединяющей точки с координатами БНП и Я. Если начальная длина ГС больше, чем расстояние между БНП и Я, тогда алгоритм программы автоматически изменяет координаты положения Я в плоскости XOY, не изменяя при этом заданную координату его положения по Z, а затем, до начала моделирования динамики МПС, перемещает Я в первоначально заданную точку. При этом, если заданная координата Я по оси Z больше, чем минимальная глубина моря, тогда координата Я по оси Z задаётся равной минимальной глубине моря.

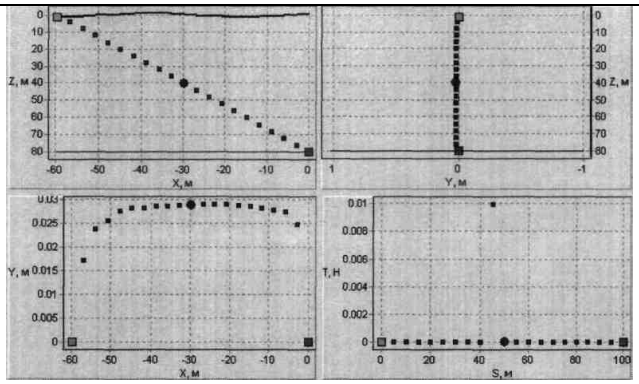
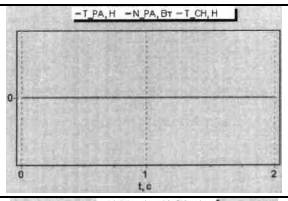
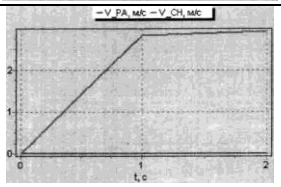
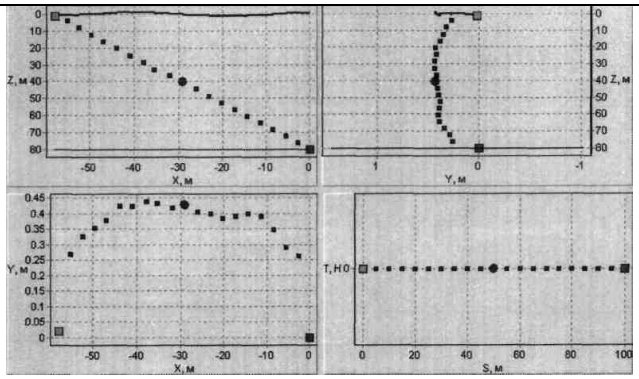
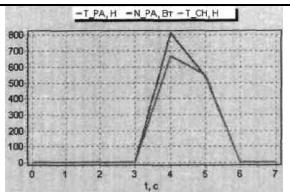
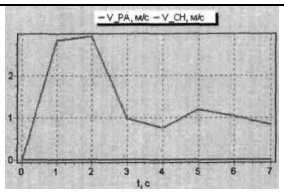
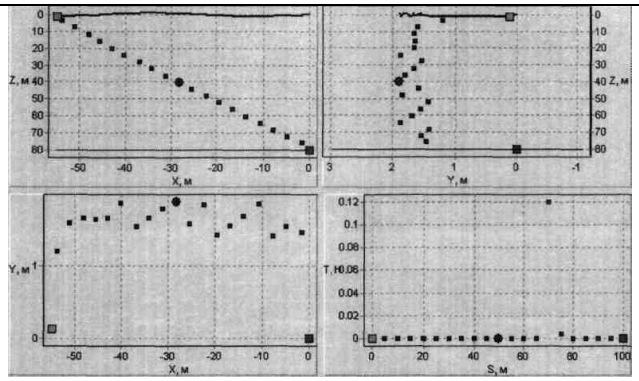
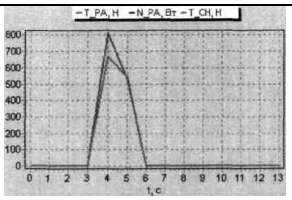
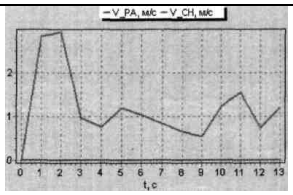
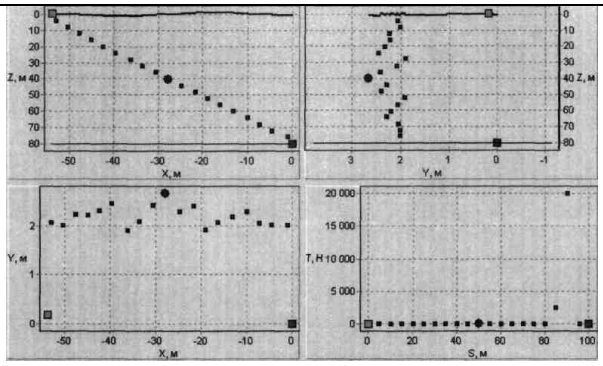
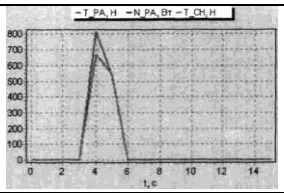
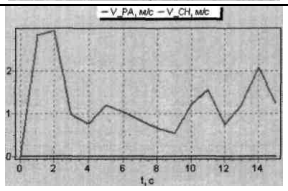
Вода моря считается несжимаемой и характеризуется плотностью 1000 кг/м^3. Характеристики установившегося волнения на поверхности моря определяются двумя параметрами: скорость ветра 10 м/с; угол направления ветра 0 град. Однородное по объёму акватории морское течение характеризуется тремя проекциями его скорости на оси координат: V_x 1 м/с; V_y 1 м/с; V_z 0 м/с.

Рельеф дна акватории характеризуется тремя параметрами: средняя глубина моря 80 м; амплитуда изменения глубины моря –30 м; координата (по оси X) изменения глубины моря 10 м. Глубина моря изменяется ступенчато, на величину заданной амплитуды, постоянной вдоль линии параллельной оси Y, положение которой в направлении оси X определяется координатой изменения глубины моря. Если глубина моря уменьшается, то амплитуда отрицательная, иначе – она положительная. В заданные моменты времени (с заданным шагом визуализации) происходит запись обобщённых координат узлов ГС и ПБ, а также сил растяжения ГС в узлах её элементов в файловой системе компьютера. Эти файлы становятся доступны для анализа данных после завершения работы программы). Записанные параметры приведены в Табл. 2. Результаты моделирования представлены графически на шестии диаграммах в заданные моменты времени, которые показываются в окне рядом с диаграммами. Эти моменты определяются интервалом времени, через который происходит смена изображений на диаграммах, и задаются параметром "шаг визуализации, с". В данном случае три диаграммы показывают пространственное расположение БНП, ГС и Я в проекциях на плоскости XOZ, YOZ и XOY прямоугольной декартовой системы координат. Четвёртая диаграмма показывает распределение силы растяжения ГС вдоль её длины (координата S) (показаны во втором столбце Табл. 2). На первых трёх диаграммах диапазон координат непрерывно меняется, адаптируясь к расположению МПС в текущий момент времени, поэтому для большей наглядности на пятой диаграмме координаты X и Y изменяются только в пределах ±100 м.

На шестой диаграмме располагаются данные об изменении во времени сил натяжения ГС, действующих на ПлБ (и Я). На седьмой диаграмме демонстрируется изменение скорости ПлБ (естественно скорость Я равна 0) в процессе его движения. В процессе моделирования динамики ПлБ сила растяжения ГС превысила допустимое значение на 15,77 с (произошёл разрыв ГС), программа завершила работу и поместила на рабочем окне сообщение "Разрыв ГС!!!".

Таблица 2

Параметры модели в зависимости от времени

Время	Параметры в системе координат	Параметры ГС
1	2	3
2 сек.		 
7 сек.		 
13 сек.		 
15,7 сек.		 

Случай 2. Рассмотрим случай: малый буй и груз, течение под 45°, волнение, скала 10 м, малый ход СН. На рис. 2 приведен фрагмент рабочего окна программы моделирования динамики динамики плавучего буя после ввода исходных данных для данного случая.

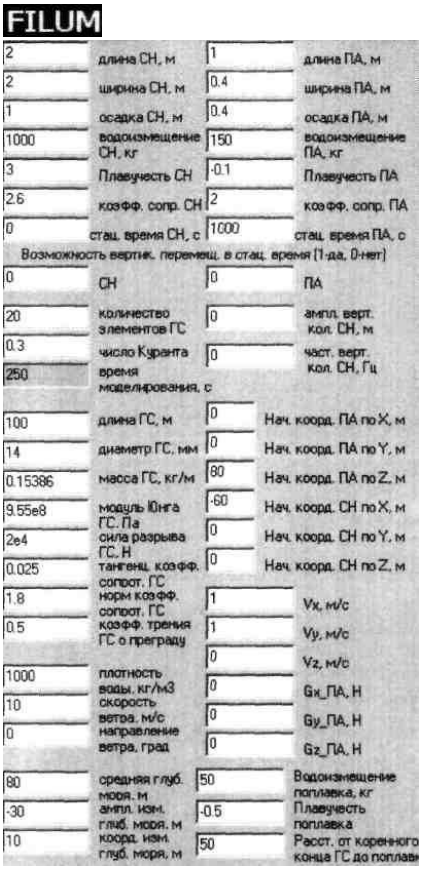


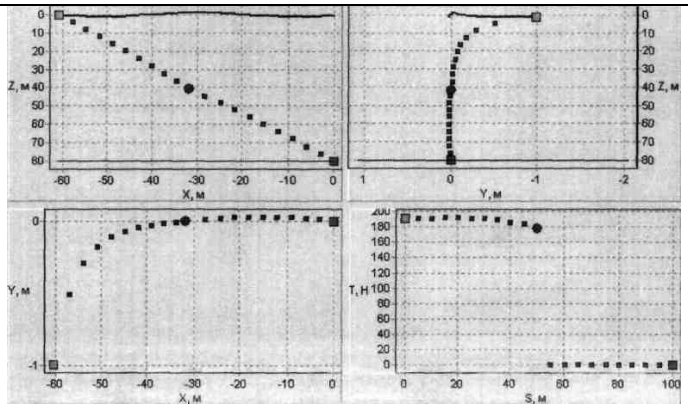
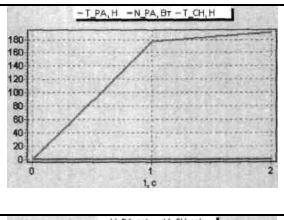
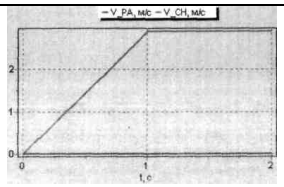
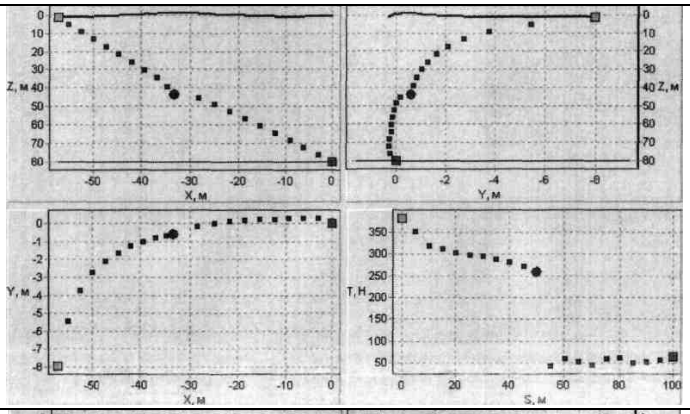
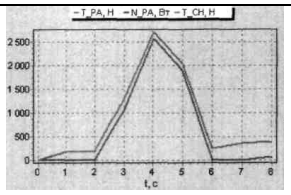
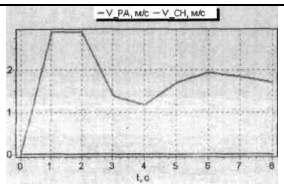
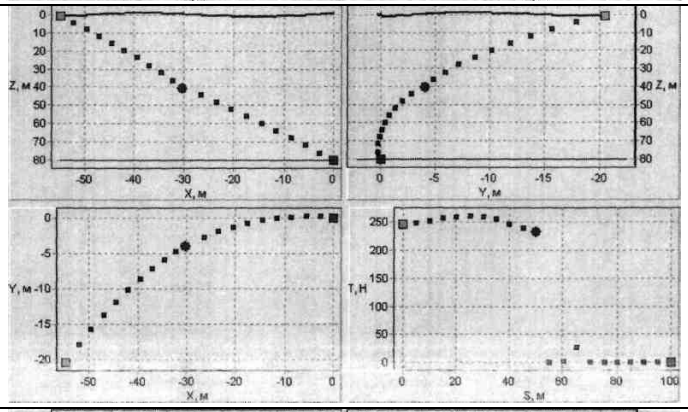
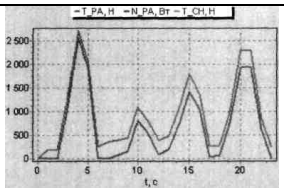
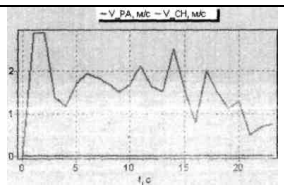
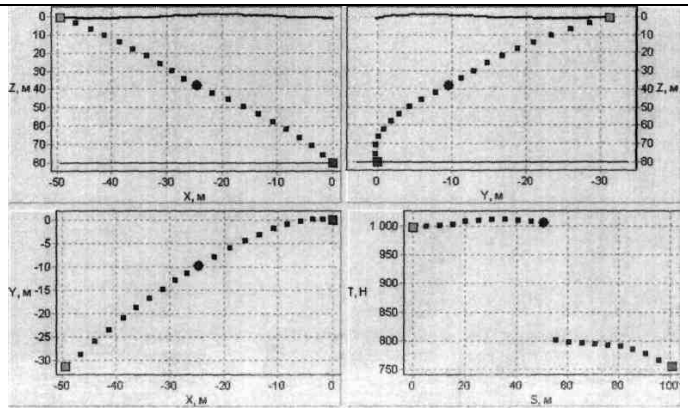
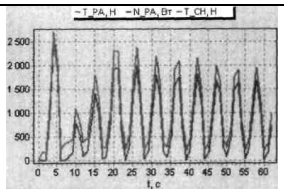
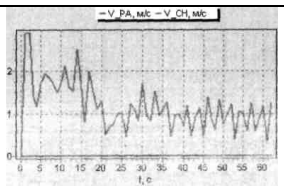
Рис. 2. Фрагмент рабочего окна программы моделирования динамики динамики плавучего буя после ввода исходных данных для случая 2.

В табл. 3 для данного случая приведены пространственное расположение СН, ПлБ, ГС и Я, параметры ГС для некоторых этапов. В первом столбце табл. 3 приводится время моделирования динамики (выбиралось произвольно), которое условно принято 250 с. Последней точкой служат показания параметров для времени 250 с.

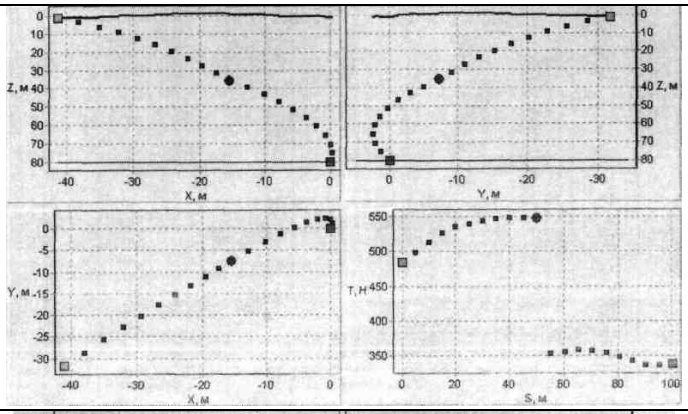
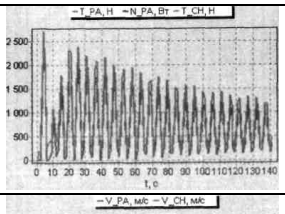
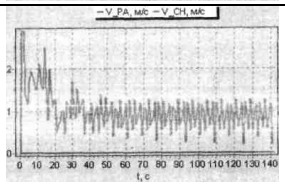
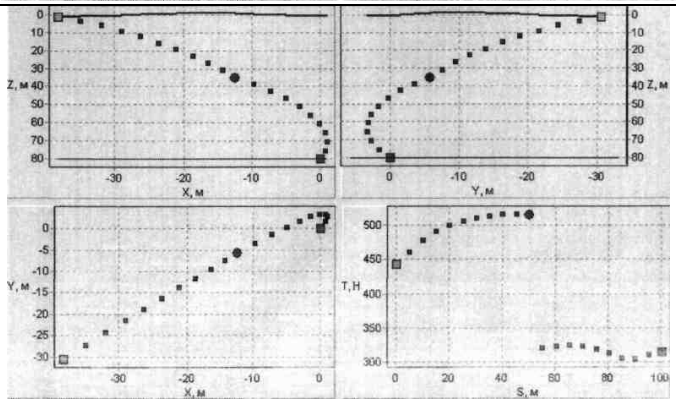
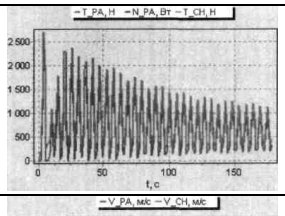
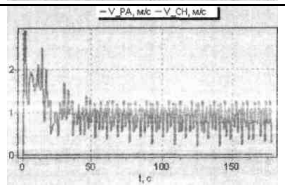
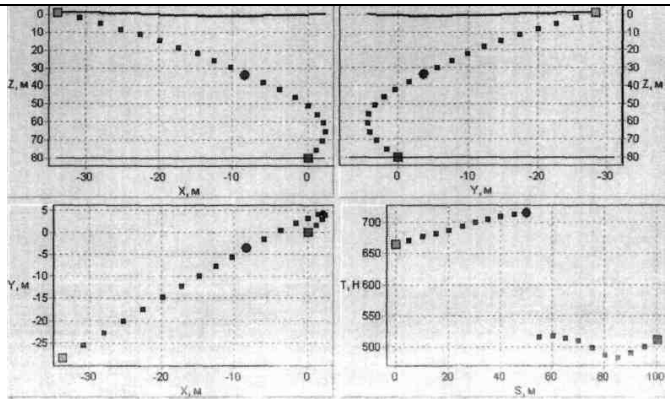
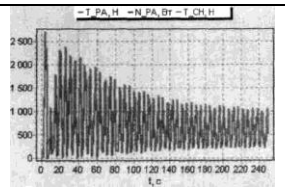
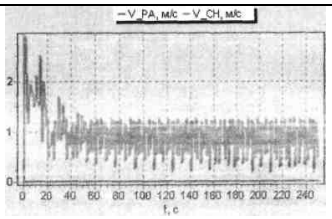
Диаграммы во 2 столбце табл. 3 позволяют наблюдать за изменением параметров системы в реальном масштабе времени. Скорость движения СН небольшая (мощность двигателя СН 1000 Вт), однако, наблюдая за изменениями параметров, можно заметить, что в условиях волнения и наличия на ГС груза мощности СН не хватает для удержания на курсе (см параметры для 3 с и 250 с). ГС не касется подводной преграды (скалы), т.к. СН отводит ПБС систему от неё. В 3 столбце табл. 4 приведены параметры (сверху вниз): $T_{СН}$ – сила натяжениея ГС на ходовом конце ГС, Н; N – мощность двигателя СН, Вт; $V_{СН}$ – скорость СН, м/с. За счёт волнения и воздействия груза, находящегося в середине ГС, образуются пульсации в ГС, которые можно видеть ан диаграммах. Однако разрушения ГС не происходит.

Таблица 3

Параметры модели в зависимости от времени

Время	Параметры в системе координат	Параметры СН и ГС
1	2	3
3 сек.		 
8 сек.		 
23 сек.		 
62 сек.		 

Окончание Таблицы 3

1	2	3
141 сек.		 
178 сек.		 
250 сек.		 

Вывод: Как видим созданняая компьютерная программа описания динамики МПС с ГС позволяет применить её также и для описания процесса дивжения БНП на якоре. Разработанные математическая модель и алгоритм динамики ГС МПС, реализованные в виде компьютерной модели описания динамики ГС МПС, позволяют проектанту МПС, имеющих в своём составе ГС, более качественно и оперативно проектировать практически все классы МПС на различных режимах эксплуатации и маневрирования.

Литература:

1. Берто, Г.О. Океанографические буи: Пер. с англ. [Текст] / Г.О. Берто. – Л.: Судостроение, 1979. – 215 с.
2. Греку, Р.Х. Дрейфующие буи для исследования течений в океане [Текст] / Р.Х. Греку, Г.А. Острецов, В.А.Пучкин, А.В.Черкасова. Севастополь: МГИ. Препринт №2, 1978. – 18 с.
3. Подводные буксируемые системы и буи нейтральной плавучести [Текст] / И.Б. Иконников, В.М. Гаврилов, Г.В.Пузырев. – СПб.: Судостроение, 1993. – 224 с.
4. Тарасюк, Ю.Ф. Международные океанографические экспедиции [Текст] / Ю.Ф. Тарасюк,с. 30-40. (В книге: «Человек, море, техника»: Сборник». – Л.: Судостроение, 1980. – 280 с.).
5. Трунин К.С. Математическая модель морской привязной системы с гибкой связью / К.С. Трунин // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2014. – С. 386-388.

6. Трунин К.С. Математическая модель гибкой связи в составе морской привязной системы / К.С. Трунин // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2015. – С. 300-304.
7. Трунин, К.С. Алгоритм моделирования динамики морской привязной системы с гибкой связью / Трунин, К.С. // Підводна техніка і технологія: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю: в 2 ч. – Ч. 1. Миколаїв: НУК, 2014. – С.. 36-42.
8. Трунин К.С. Компьютерная модель динамики морской привязной системы с гибкой связью [Текст] // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2016. – С. 296-298.
9. Трунин, К.С. Тестирование компьютерной программы модели динамики морской привязной системы с гибкой связью // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2016. – С. 298–303.
10. Трунин, К.С. Моделирование пространственного движения морской привязной системы [Текст] // Підводна техніка і технологія, ПТТ-2016: Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю: в 2 ч. – Миколаїв: НУК, Ч. 1, 2016.– С. 47–55).

УДК 629.12.011.001.24

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОПРОКИДЫВАНИЯ СУДНА НА НЕРЕГУЛЯРНОМ ВОЛНЕНИИ

Соломенцев О.И.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Одним из известных из теории колебаний методов исследования бортовой качки и динамической остойчивости судна является метод фазовой плоскости. В этом случае рассматривается поведение судна в системе координат $\theta - \dot{\theta}$, где θ, $\dot{\theta}$ есть ординаты угловых перемещений и угловых скоростей при бортовой качке судна соответственно. Предполагается, что на регулярном волнении, частота которого есть ω, ординаты θ и $\dot{\theta}$ связаны соотношениями

$$\theta(t) = \theta_0 \sin \omega t;\ \dot{\theta}(t) = \omega\theta_0 \cos \omega t\ , \qquad (1)$$

где θ_0 - амплитуда бортовой качки и t - время.

На регулярном волнении процессы $\theta(t)$ и $\dot{\theta}(t)$ сдвинуты по фазе друг относительно друга на 90^0 и полностью коррелированны между собой. При этом можно считать, что после достижения судном угла крена, равного углу заката диаграммы статической остойчивости θ_3 запас потенциальной энергии качающегося судна исчерпывается и, если в момент достижения ординатой угла крена указанного значения имеем $\dot{\theta} > 0$, то судно должно опрокинуться.

Соответственно на фазовой плоскости (рис. 1) имеем области устойчивых бортовых колебаний (область S_1) и область неустойчивых бортовых колебаний (область S_2). Границей между этими областями является кривая, проходящая через точки $\theta = 0,\ \dot{\theta} = \dot{\theta}_3,\ \theta = \theta_3,\ \dot{\theta} = 0,\ \theta = 0,\ \dot{\theta} = -\dot{\theta}_3,\ \theta = -\theta_3,\ \dot{\theta} = 0$ и называемая сепаратрисой. Временной интервал между прохождением судном каждой из указанных точек равен $\frac{\tau_\theta}{4}$, где τ_θ есть период собственных бортовых колебаний судна. Здесь под величиной $\dot{\theta}_3$ понимается такое амплитудное значение угловой скорости при прохождении судном положения равновесия, при котором спустя четверть периода угол крена сравняется с углом заката, а ордината угловой скорости в этот момент времени обратится в 0. При этом имеем $\dot{\theta}_3 = \sqrt{\frac{2D\int_0^{\theta_3} l_\theta(\theta)d\theta}{J_X + \lambda_\theta}}$, где D - водоизмещение судна, J_X, λ_θ -

собственный и присоединённый момент инерции массы судна и $l_\theta(\theta)$ - плечо статической остойчивости при угле крена θ. При линейном восстанавливающем моменте, когда $l_\theta(\theta) = h\theta$, где h - начальная поперечная метацентрическая высота, для величины $\dot{\theta}_3$ имеем $\dot{\theta}_3 = n_\theta \theta_3$, где $n_\theta = \sqrt{\frac{Dh}{J_X + \lambda_\theta}} = \frac{2\pi}{\tau_\theta}$ есть частота собственных бортовых колебаний.

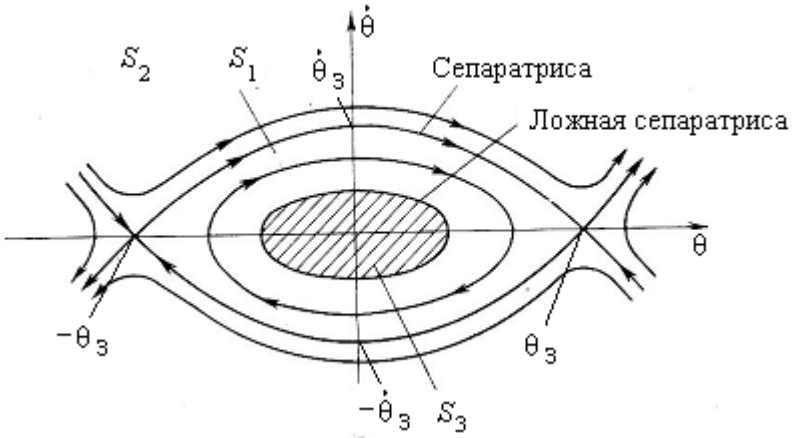


Рис. 1. Устойчивые и неустойчивые бортовые колебания судна на фазовой плоскости

Вероятность опрокидывания P_O в этом случае скачкообразно изменяется при пересечении сепаратрисы, т.е. $P_O = 0$ в области S_1 и $P_O = 1$ в области S_2.

Однако всё сказанное справедливо для регулярного волнения. Приведенные результаты должны быть тем или иным способом обобщены на нерегулярное волнение. Один из способов такого обобщения предложен В.А. Некрасовым, [1]. После ряда преобразований условие опрокидывания судна на нерегулярном волнении предложено им в виде $\sqrt{6D_\theta} \geq \theta_3$, где D_θ - дисперсия бортовых колебаний. Соответственно опасный в отношении опрокидывания стандарт бортовых колебаний по В.А. Некрасову есть $\sqrt{[D_\theta]} = \frac{\theta_3}{\sqrt{6}}$, и на рис. 1 из работы [1] приведена опасная зона по стандартам бортовых колебаний. Это заштрихованный овал S_3, граница которого (ложная сепаратриса на рис. 1) проходит через точки

$$\theta = 0,\ \dot{\theta} = \omega_\theta\sqrt{[D_\theta]}, \theta = \sqrt{[D_\theta]},\ \dot{\theta} = 0,\ \theta = 0,\ \dot{\theta} = -\omega_\theta\sqrt{[D_\theta]},\ \theta = -\sqrt{[D_\theta]},\ \dot{\theta} = 0.$$

Здесь ω_θ - средняя частота бортовой качки, $\omega_\theta = \sqrt{\frac{D_{\dot{\theta}}}{D_\theta}} \approx n_\theta$, где $D_{\dot{\theta}}$ - дисперсия угловых скоростей бортовой качки. Ординаты сепаратрисы получаются по В.А. Некрасову умножением ординат границы заштрихованного овала (ложной сепаратрисы, рис. 1) на $\sqrt{6}$. Вероятность опрокидывания P_O в этом случае также скачкообразно изменяется при пересечении сепаратрисы от 0 до 1, т.е. на стационарном ветроволновом режиме по В.А. Некрасову получается, что $P_O = 0$ при $\sqrt{6D_\theta} < \theta_3$ и $P_O = 1$ при $\sqrt{6D_\theta} > \theta_3$.

Ошибочность этого подхода отмечалась нами ранее, [2,3]. Рассмотрим теперь другую сторону этого вопроса. Пусть $\theta_*(t)$ и $\dot{\theta}_*(t)$ есть ординаты бортовых колебаний и угловых скоростей на нерегулярном волнении (реализация процесса бортовой качки). Тогда из предложенного В.А. Некрасовым [1] построения на рис. 1 получается, что ложная сепаратриса задаётся такими соотношениями, которые с точностью до постоянного множителя эквивалентны формулам (1), задающим истинную сепаратрису:

$$\theta_*(t) = k\sqrt{D_\theta}\sin\omega_\theta t;\quad \dot{\theta}_*(t) = k\omega_\theta\sqrt{D_\theta}\cos\omega_\theta t, \qquad (2)$$

где в соответствии с распределением Рэлея при обеспеченности P_θ имеем $k = \sqrt{-2\ln P_\theta}$, а $P_\theta \approx 0{,}05$ и $k = \sqrt{6}$ отвечают истинной сепаратрисе.

При этом, поскольку дисперсии D_θ и $D_{\dot\theta}$ отвечают процессу нерегулярной качки в целом (а не одному нерегулярному колебанию), то и формулы (2) – равно как и формулы (1) для регулярного волнения - также отвечают процессу в целом. Следовательно, реализации качки на нерегулярном волнении у В.А. Некрасова аппроксимируются синусоидой с постоянной (усреднённой) частотой, что грубо искажает даже качественную картину явления. Правильные же зависимости для одного нерегулярного колебания имеют вид $\theta_*(t) = \theta_{0N}\sin\omega_N t$ и $\dot\theta_*(t) = \omega_N\theta_{0N}\cos\omega_N t$, где θ_{0N} и ω_N есть соответственно амплитуда и частота *N*-ой элементарной гармоники нерегулярных бортовых колебаний, причём обе эти величины изменяются от колебания к колебанию. Амплитуды *N* гармоник θ_{0N} и $\dot\theta_{0N}$ с учётом частоты их появления формируют гистограммы, путём аппроксимации которых находятся плотности вероятности ординат бортовой качки $\varphi_\theta(\theta)$ и ординат угловых скоростей бортовой качки $\varphi_{\dot\theta}(\dot\theta)$, а затем и дисперсии $D_\theta = \int_{-\infty}^{+\infty}\varphi_\theta(\theta)\theta^2 d\theta$ и $D_{\dot\theta} = \int_{-\infty}^{+\infty}\varphi_{\dot\theta}(\dot\theta)\dot\theta^2 d\dot\theta$. А ординаты бортовой качки по процессу в целом должны быть получены в результате канонического либо неканонического разложения морского волнения.

Кроме того, по В.А. Некрасову получается, что процессы $\theta_*(t)$ и $\dot\theta_*(t)$ полностью коррелированны между собой, тогда как на нерегулярном волнении верно как раз обратное. Так, если ординаты процесса $\theta_*(t)$ распределены нормально, а ординаты процесса $\dot\theta_*(t)$ получаются путём дифференцирования по времени ординат процесса $\theta_*(t)$, то процессы $\theta_*(t)$ и $\dot\theta_*(t)$ вообще не коррелированны.

В отличие от подхода В.А. Некрасова, в исследованиях автора рассматривается вероятность опрокидывания P_O как такая обеспеченность случайной кинетической энергии качающегося корабля, при которой эта энергия становится равной полному запасу потенциальной энергии с учётом вычетов на действие ветра и с учётом законов распределения всех используемых случайных величин. В этом случае значения вероятности опрокидывания P_O всегда отвечают строгому неравенству вида $0 < P_O < 1$, [4].

Вывод. При определении вероятности опрокидывания судна на нерегулярном волнении, по мнению автора, недопустимо использовать закономерности, характерные для регулярного волнения, поскольку это приводит к грубым качественным ошибкам.

Список использованной литературы.

1. Некрасов, В.А. Вероятностные задачи мореходности судов [Текст] / В.А. Некрасов. - Л.: Судостроение, 1978. - 304 с.

2. Соломенцев, О.И. Сопоставительный анализ расчётных зависимостей для определения вероятности опрокидывания судна [Текст] / О.И. Соломенцев *//* Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2015.-с. 111-114.

3. Соломенцев, О.И. Концепция опасного по остойчивости состояния судна и вероятность этого состояния [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2016.-с. 73-76

4. Соломенцев, О.И. Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна [Текст] / О.И. Соломенцев, Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин *//* Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2013.-с. 108-110.

УДК 629.5.0.2222

ОЦЕНКА ПОВЕДЕНИЯ СУДНА С АУТРИГЕРАМИ НА НЕРЕГУЛЯРНОМ ПОПУТНОМ ВОЛНЕНИИ

Соломенцев О.И.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Обеспечение остойчивости судна с аутригерами на попутном волнении является важной и актуальной задачей, [1], Некоторые аспекты этого вопроса рассмотрены ниже.

Для однокорпусных судов для зависимости начальной поперечной метацентрической высоты от времени $h_B(t)$ на попутном регулярном волнении приближённо справедлива зависимость вида [2],

$$h_B(t) = \tilde{h}_0 + \Delta h \cos\omega_K t,$$

где $\tilde{h}_0$ - среднее значение начальной поперечной метацентрической высоты на попутном волнении, обычно близкое к значению начальной поперечной метацентрической высоты на тихой воде h_0, Δh - амплитудное значение начальной поперечной метацентрической высоты, и ω_K - кажущаяся частота, на попутном волнении, $\omega_K = \omega - \frac{\omega^2 v}{g}$, где ω - истинная частота и v - скорость судна.

А для судов с аутригерами приходится пользоваться соотношением $h_{t_B}(t) = \tilde{h}_0 + \Delta h_1 \cos\omega_K t + \Delta h_2 \cos 2\omega_K t$, где Δh_1, Δh_2 - новые амплитудные значения, [1].Это обстоятельство существенно затрудняет расчёты. Так, в работе [1] для регулярного волнения вместо общепринятого для расчёта характеристик параметрических бортовых колебаний метода Матье был применён более сложный метод Флоке. При этом вопрос об обобщении метода Флоке на нерегулярное волнение остаётся открытым.

Поэтому рассмотрим применение для расчёта остойчивости судна с аутригерами на попутном нерегулярном волнении иного подхода, а именно - т.н. эквивалентной волны О.Грима, Сначала, ещё в 1961 г. была предложена т.н. неподвижная волна Грима, случайное амплитудное значение которой всегда отвечает миделевому сечению судна. [3]. Позднее, уже в 2008 г., была предложена подвижная волна Грима, фаза которой, наряду с амплитудой, является случайной величиной, [4]. Переход к подвижной волне Грима позволяет при определении зависимости $h_B = h_B(t)$ получить приемлемую точность, ограничиваясь одной гармоникой, [4]. При этом зависимость начальной поперечной метацентрической высоты от времени в предположении, что амплитуда переменного её значения линейно зависит от амплитуды волны Грима, может быть выражена в виде

$$h_B(t) = \tilde{h}_0 + R\eta_0 \cos(\omega_{L1} t + \psi_\eta) = \tilde{h}_0 + R\eta_0 \cos(\omega_{L1} t - 2\pi \cdot \bar{x}_{BB}), \qquad (1)$$

где η_0, ψ_η - случайная амплитуда и случайная фаза, случайная величина $\bar{x}_{BB} = -\frac{\psi_\eta}{2\pi}$, а $R = \frac{\Delta h}{\eta_0}$, эта величина определяется на основе гидростатического расчёта на регулярном волнении, [5], в предположении, что для корабля с аутригерами справедлива зависимость $h_B(t) = \tilde{h}_0 + \Delta h \cos\omega_K t$

Один из возможных способов практического применения соотношения (1) может состоять в следующем. Преобразуем это соотношение по известным тригонометрическим формулам так, чтобы разделить случайные и неслучайные сомножители. В этом случае

$$h_B(t) = \tilde{h}_0 + R\eta_0 \cos(\omega_K t + \psi_\eta) = \tilde{h}_0 + R\eta_0 \cos\psi_\eta \cos\omega_K t - R\eta_0 \sin\psi_\eta \sin\omega_K t. \qquad (2)$$

Определим два первых статистических момента неслучайных функций случайных аргументов $\varphi_c(\eta_0, \psi_\eta) = \eta_0 \cos\psi_\eta$ и $\varphi_s(\eta_0, \psi_\eta) = \eta_0 \sin\psi_\eta$ - математические ожидания $\overline{M}_c$ и $\overline{M}_s$ и дисперсии D_{hc} и D_{hs}. С учётом того, что $0 < \eta_0 < +\infty$ и $0 \le \psi_\eta \le 2\pi$, эти величины определятся в виде:

$$\overline{M}_c = \int_0^\infty \int_0^{2\pi} \eta_0 \cos\psi_\eta f_{\eta\psi}(\eta_0, \psi_\eta) d\psi_\eta d\eta_0; \; \overline{M}_s = \int_0^\infty \int_0^{2\pi} \eta_0 \sin\psi_\eta f_{\eta\psi}(\eta_0, \psi_\eta) d\psi_\eta d\eta_0.$$

$$D_{hc}=\int_0^{\infty}\int_0^{2\pi}(\eta_0\cos\psi_\eta-\overline{M}_c)^2 f_{\eta\psi}(\eta_0,\psi_\eta)d\psi_\eta d\eta_0;\ D_{hs}=\int_0^{\infty}\int_0^{2\pi}(\eta_0\sin\psi_\eta-\overline{M})^2 f_{\eta\psi}(\eta_0,\psi_\eta)d\psi_\eta d\eta_0$$

$$f_{\eta\psi}(\eta_0,\psi_\eta)=\frac{\eta_0}{2\pi\sqrt{D_{\eta c}D_{\eta s}}}\exp\left[-\frac{\eta_0^2}{2}\left(\frac{\cos^2\psi_\eta}{D_{\eta c}}+\frac{\sin^2\psi_\eta}{D_{\eta s}}\right)\right];$$

$$D_{\eta c}=\int_0^{\infty}\left|\Phi_{\eta c}(\omega)\right|^2 S_r(\omega)d\omega;\ \ D_{\eta s}=\int_0^{\infty}\left|\Phi_{\eta s}(\omega)\right|^2 S_r(\omega)d\omega;$$

$$\left|\Phi_{\eta C}(\omega)\right|=\frac{2Q\sin Q}{\pi^2-Q^2};\ \ \left|\Phi_{\eta s}\right|=\frac{2\pi\sin Q}{\pi^2-Q^2};\quad Q=\frac{kL_1}{2};\ k=\frac{\omega^2}{g},$$

где $\omega,\ S_r(\omega)$- частота элементарной гармоники нерегулярного волнения и спектральная плотность волновых ординат;

$f_{\eta\psi}(\eta_0,\psi_\eta)$- совместная плотность вероятности случайной амплитуды и случайной фазы подвижной волны Грима, [4];

$D_{\eta c},\ D_{\eta s}$- дисперсии косинусной и синусной составляющих подвижной эффективной волны Грима;

$\left|\Phi_{\eta c}(\omega)\right|,\ \left|\Phi_{\eta s}(\omega)\right|$- модули передаточных функций косинусной и синусной составляющих подвижной эффективной волны Грима, [4];

L_1-длина центрального корпуса судна с аутригерами.

Тогда соотношение (2) преобразуется к виду

$$h_B(t)=\tilde{h}_0+R[\overline{M}_c+k(P)\sqrt{D_{\Delta c}}]\cos\omega_\eta t-R[\overline{M}_c+k(P)\sqrt{D_{\Delta s}}]\sin\omega_\mu t= \qquad (3)$$

$$=\tilde{h}_0+R\sqrt{[\overline{M}_c+k(P)\sqrt{D_{\Delta c}}]^2+[\overline{M}_s+k(P)\sqrt{D_{\Delta s}}]^2}\sin(\omega_\eta t+\Phi_\eta)\approx\tilde{h}_0+k(P)R\sqrt{D_{\Delta c}+D_{\Delta s}}\cos(\omega_\eta t+\Phi_\eta);$$

$$k(P)=\sqrt{-2\ln P};\ -\ \omega_\eta=\sqrt{\frac{\int_0^{\infty}S_\eta(\omega)\omega_K^2(\omega)d\omega}{\int_0^{\infty}S_\eta(\omega)d\omega}};\quad S_\eta(\omega)=(\left|\Phi_{\eta C}(\omega)\right|^2+\left|\Phi_{\eta s}(\omega)\right|^2)S_r(\omega),$$

где ω_η .- средняя частота подвижной волны Грима, $S_\eta(\omega)$-спектральная плотность подвижной волны Грима как функция истинной частоты, *P*- расчётная обеспеченность), а неслучайная фаза Φ_h без значительного ограничения общности может быть принята равной 0.

Далее рассмотрим нахождение функции риска для полной потери остойчивости [6] и нахождение порога возбуждения параметрических бортовых колебаний, [5,7]. При рассмотрении первого случая критерием полной потери остойчивости, как и в работе [6] будем считать ситуацию, когда переменная начальная поперечная метацентрическая высота на попутном волнении $h_B(t)$ оказывается в течение нормативного времени $[\tau_{KP}]$ менее, чем нормативное значение начальной поперечной метацентрической высоты $[h]$. Тогда на основе исследования [6] с учётом соотношений (1)-(2) можно найти функцию риска опрокидывания p_{PO} для рассматриваемой расчётной ситуации по следующим зависимостям:

$$p_{PO}=\frac{\omega_\eta}{2\pi}\exp\left[-\left(\frac{[\Delta h_{**}]^2}{2D_h}\right)\right],\quad \omega_\eta<\frac{\pi}{[\tau_{KP}]};\quad p_{PO}=0,\quad \omega_\eta>\frac{\pi}{[\tau_{KP}]}.$$

$$[\Delta h_*]=\frac{[\delta h_*]}{\cos\left(\frac{\omega_\eta[\tau_{KP}]}{2}\right)};\ [\delta h_*]=[h_*]-\tilde{h}_0;\ D_h=R_h^2(D_{hc}+D_{hc}),$$

где D_h- дисперсия начальной поперечной метацентрической высоты на попутном волнении.

Рассмотрим далее ситуацию параметрической бортовой качки корабля с аутригерами на волнении для случая линейно-квадратичного демпфирования бортовой качки, когда демпфирующий момент $M_{Д\theta} = -2N_\theta - W_\theta \dot{\theta}\left|\dot{\theta}\right|$, где N_θ, W_θ - размерные коэффициенты линейного и квадратичного демпфирования соответственно. Тогда порог возбуждения параметрических бортовых колебаний на нерегулярном попутном волнении с учётом работ [5,7] и соотношений (1)-(2) определится в виде:

$$\mu_\theta > \frac{\pi}{8} n_{\theta\eta} \left(\frac{R}{\tilde{h}_0} \right)^2 S_\eta^*;$$

$$S_\eta^* = S_\eta(\omega_K)_{\omega_K = 2n_{\theta^*}};\ S_\eta(\omega_K) = (\left|\Phi_{\eta C}(\omega_K)\right|^2 + \left|\Phi_{\eta S}(\omega_K)\right|^2) S_r[\omega(\omega_K)],$$

$$\mu_\theta = \frac{N_\theta}{(J_X + \lambda_\theta) n_\theta};\ n_\theta = \sqrt{\frac{Dh_0}{J_X + \lambda_\theta}};\ n_{\theta\eta} = \sqrt{\frac{D\tilde{h}_0}{J_X + \lambda_\theta}},$$

где μ_θ -безразмерный коэффициент линейного демпфирования;

$S_\eta(\omega_K)$ -спектральная плотность подвижной волны Грима как функция кажущейся частоты;

J_X, λ_θ -собственный и присоединённый моменты инерции массы;

D - весовое водоизмещение.

Вывод. Для судов с аутригерами некоторые задачи, связанные с поведением такого судна на попутном волнении, могут быть успешно решены при помощи т.н. подвижной эффективной волны О. Грима. Некоторые аспекты такого подхода рассмотрены в данном докладе.

Список использованной литературы

1.Bulian, G. Trimaran Vessels and Parametric Roll [Text] /G. Bulian, A. Francescutto // Parametric Resonance in Dynamical Systems.- Trondheim-Eindhoven, 2012.- p. 63-90

2.Belenky, V.L. Development of Second Generation Intact Stability Criteria [Text] /V.L. Belenky, C.C. Bassler, K.J. Spyrou **//** Naval Surface Warfare Center. -Carderock Division. - West Bethesda. - 2011.-180 p.

3.Grim, O. Beitrag Zu Dem Problem Der Sicherheit Des Schiffes im Seegang [Text] / O. Grim // Schiff und Hafen, 1961. - J. 13. -H.6- S. 490-497

4.Bulian, G. On the Improved Grim Effective Wave [Text] / G. Bulian // Ocean Engineering, 2008. - Vol. 35.- p. 1811-1825

5. Bulian, G. Development of Analytical Nonlinear Models for Parametric Roll and Hydrostatic Restoring Variations in Regular and Irregular Waves [Text] / G. Bulian // Doctor Thesis. - Universita Degli Studi di Trieste. - Trieste, 2006.- 226 p.

6.Bulian, G. Checking Vulnerability to Pure Loss of Stability in Long Crested Following Waves: A Probabilistic Approach [Text] / G. Bulian // Ocean Engineering, 2010. - Vol. 37. - p. 1007-1026

7. Бородай, И.К. Бортовая качка судна при движении на попутном и встречном волнении [Текст] / И.К. Бородай // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – Л.: - Судпромгиз, 1963. - Вып. 205.- с. 18-44

УДК 629.5.0.2222

ЦИКЛ МОНОГРАФИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ

Соломенцев О.И.

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

С марта 2014 г. наступил особый период в Украине, связанный с агрессивными действиями Российской Федерации против нашей страны. Особое значение приобрело развитие военно-промышленного комплекса в Украине, разработка современных научных основ создания образцов вооружения и военной техники. Ряд угроз, ответы на которые должна найти Украина- это угрозы со стороны моря. Поэтому подготовка специалистов по военному кораблестроению и выполнение соответствующих научных исследований являются одними из приоритетных задач государства.

С момента основания в 1920 г. Николаевского кораблестроительного института (НКИ) и до рубежа 1970-х-1980-х г.г. подготовке специалистов по военному кораблестроению в институте уделялось

значительное внимание. Но затем положение изменилось: последняя защита дипломных проектов по боевым кораблям в НКИ состоялась в 1982 г., и с тех пор подготовка специалистов соответствующего профиля не велась. С целью создания научной базы для возобновления подготовки специалистов и выполнения научно-исследовательских работ по данному направлению автором доклада подготовлен ряд монографий по вопросам военного кораблестроения. Краткая характеристика этих монографий и является темой данного доклада.

В настоящее время завершены и готовятся к изданию следующие монографии:

1. Особенности проектирования надводных кораблей, часть 1. Классификация надводных кораблей. Современное состояние и тенденции развития надводных кораблей разных классов.

Рассмотрена классификация надводных кораблей, влияние опыта морской войны на развитие кораблестроения, а также современное состояние и тенденции развития боевых кораблей всех классов. Рассмотрены авианесущие, многоцелевые, патрульные, десантные и противоминные корабли, а также боевые катера. Приводятся тактико-технические характеристики кораблей всех классов, а также их общие виды, теоретические чертежи и схемы общего расположения. Отдельно рассмотрено применение перспективных архитектурно-конструктивных типов кораблей по каждому их классу.

2. Особенности проектирования надводных кораблей, часть 2. Выбор и обоснование тактико-технических характеристик надводных кораблей различных классов

Рассмотрен ряд общих вопросов проектирования кораблей, задачи оптимального проектирования в однокритериальной и в многокритериальной постановке. Рассмотрена взаимосвязь традиционной теории проектирования кораблей и их оптимального проектирования, проектные расчёты остойчивости и качки кораблей. Рассмотрено нормирование свойств и качеств корабля, а также особенности проектирования кораблей основных классов - многоцелевых кораблей, боевых катеров, противоминных кораблей и десантных кораблей. Рассмотрены также вопросы расчёта экономических (ресурсных) показателей для надводных кораблей.

3. Исследование операций в кораблестроении

Монография состоит из двух частей. Первая часть представляет собой общеинженерный курс исследования операций, с некоторым уклоном в кораблестроение. Наряду с традиционными для подобных курсов вопросами рассмотрены теория многокритериальной оптимизации, вопросы проектирования технических систем в условиях риска, параметрические оптимизационные задачи первого и второго рода, описание генетического алгоритма оптимизации и метода роя частиц. Рассмотрены также элементы вариационного исчисления и теории оптимального управления.

Вторая часть монографии посвящена специальным задачам исследования операций в теории проектирования надводных кораблей. Рассмотрены однокритериальная и многокритериальная постановки задачи проектирования, вопросы декомпозиции проектной задачи, системный подход к проектированию корабля, вопросы теории поиска, теории применения всех видов морского оружия, моделирование боевых действий одиночных кораблей и их соединений. Рассмотрены вопросы работы с прототипом, игровые задачи «дуэли» оперативно-тактических заданий, построения математических моделей надводных кораблей.

4. Защита и живучесть надводного корабля.

В этой монографии рассмотрены вопросы защиты корабля в верхней и в нижней полусферах. Рассмотрено определение характеристик акустического, магнитного и гидродинамического полей корабля. Рассмотрены вопросы защиты корабля от обнаружения при помощи электромагнитных волн в диапазоне длин волн, характерных для радиоволн и в инфракрасном диапазоне длин волн.

Рассмотрены расчёты живучести корабля при воздействии на него подводного и надводного взрывов, определение размеров повреждений. Рассмотрены вопросы проектного и эксплуатационного обеспечения непотопляемости корабля и его пожаростойкости, а также проблемы нормирования характеристик защиты и живучести..

5. Прикладные задачи мореходности корабля.

В этой монографии применительно к надводным кораблям рассмотрены вопросы поведения надводных кораблей в условиях ветра и волнения. Рассмотрены метод фазовой плоскости, применение теории катастроф в задачах остойчивости, применение марковских случайных процессов в задачах бортовой качки и остойчивости, проблемы остойчивости надводных кораблей на попутном волнении. Подробно рассмотрено определение вероятностей отказов, в том числе вероятности опрокидывания. Рассмотрено поведение корабля на встречном волнении, с учётом слеминга и заливания. Рассмотрено определение дополнительного сопротивления воды движению корабля в условиях ветра и волнения, а также естественных и вынужденных потерь скорости корабля в тех же условиях. Выполнен анализ конечности законов распределения на характеристики мореходности корабля. Рассмотрено влияние волнения на применение кораблём вооружения.

6. Вооружение надводных кораблей.

Рассмотрено описание средств поражения и средств защиты надводных кораблей. Дана классификация средств поражения и средств защиты. Описаны артиллерийские, торпедные, противолодочные и ракетные средства поражения, а также средства защиты от мин, торпед и крылатых ракет. Рассмотрены особенности размещения вооружения на корабле, а также влияние метеоусловий на применение вооружения.

По состоянию на май 2017 г. завершены ещё 3 монографии:

1. **История военного кораблестроения в Украине.**

Описывается история военного кораблестроения в Украине, начиная со времён Киевской Руси и до настоящего времени. Рассматривается история развития судостроительных заводов в Николаеве и в Севастополе. Описываются наиболее интересные проекты кораблей, которые были построены или намечались к строительству. Это линейные корабли типа «Императрица Мария» и пр. 23, тяжёлые крейсеры пр.. 69 и 82, тяжёлые авианесущие крейсеры семейства проектов 1143, противолодочные крейсеры пр.. 1123, лёгкие крейсеры пр. 23, 68, 68к и 68бис, ракетные крейсеры пр. 1164, эсминцы, большие и малые противолодочные корабли, подводные лодки предвоенных серий I,II,V,VI,XI, XIII и послевоенного проекта 613, а также многие другие строившиеся в Украине корабли.

2. **Проектирование двухкорпусных кораблей (катамаранов)**

Рассмотрено современное состояние и проблемы проектирования современных двухкорпусных кораблей (катамаранов). Рассмотрены среднескоростные и высокоскоростные катамараны, высокоскоростные катамараны с аэростатической разгрузкой и с гидродинамической разгрузкой, а также волнорезные катамараны с профилированным соединительным мостом. Рассмотрены учёт требований в части ходкости, слеминга соединительной конструкции, расчёты нагрузки масс с учётом требований прочности, оценки характеристик гидродинамического поля и взрывостойкости, а также выбор тактико-технических элементов проектируемого двухкорпусного корабля.

3. Проектирование кораблей с малой площадью ватерлинии.

Рассмотрено современное состояние и проблемы проектирования современных двухкорпусных кораблей с малой площадью ватерлинии (КМПВ). Приводятся проектные алгоритмы расчёта характеристик ходкости, качки, характеристик гидродинамического поля, расчёта нагрузки масс с учётом требований прочности выбор и обоснование тактико-технических элементов с полным учётом особенностей кораблей данного архитектурно-конструктивного типа.

Кроме того, по состоянию на май 2017 г. находятся в работе ещё одна монография:

Проектирование кораблей с аутригерами.

Рассмотрено современное состояние и проблемы проектирования современных кораблей с аутригерами (трёхкорпусных кораблей, у которых боковые корпуса - аутригеры намного меньше центрального корпуса). Приводятся проектные алгоритмы расчёта характеристик ходкости, качки, характеристик гидродинамического поля, расчёта нагрузки масс с учётом требований прочности выбор и обоснование тактико-технических элементов с полным учётом особенностей кораблей данного архитектурно-конструктивного типа.

Вывод. Издание в Национальном университете кораблестроения им. С.О. Макарова всего цикла монографий позволит выполнять научно-исследовательские работы и производить подготовку специалистов по военному кораблестроению.

УДК 629.5.0.2222

ПРИБЛИЖЁННЫЙ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЁТА БОРТОВЫХ КОЛЕБАНИЙ КОРАБЛЯ СРАЗУ ПОСЛЕ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ

Соломенцев О.И.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Рассмотрим приближённый аналитический полуэмпирический метод расчёта бортовых колебаний повреждённого корабля сразу после получения им повреждения. Пусть $z,\ \dot{z},\ \ddot{z}$ есть зависящие от времени t ординаты, линейные скорости и линейные ускорения вертикальных колебаний корабля, и $\theta,\ \dot{\theta},\ \ddot{\theta}$ есть также зависящие от времени ординаты, угловые скорости и угловые ускорения бортовых колебаний корабля, обусловленных динамичностью заливания отсека (отсеков) повреждённого корабля забортной водой. Пусть, далее, $m_t(t)$ есть переменная масса вливающейся в отсек воды и ρ - плотность воды, тогда параметры

$\frac{m_t(t)}{\rho} = v_t(t)$ и $\frac{1}{\rho}\frac{dm_t(t)}{dt} = Q(t)$ есть соответственно переменный объём и секундный расход вливающейся воды, а $\eta_t(t)$ и $\zeta_t(t)$ есть переменные ордината и аппликата объёма $v_t(t)$. Тогда в самом общем случае изолированные уравнения вертикальных и бортовых колебаний должны быть записаны в такой форме:

$$\sum F_z(\ddot{z},\dot{z},z,m_t,\zeta_t) = F_{B3z}(\ddot{z},\dot{z},z,m_t,\zeta_t);\quad \sum M_\theta(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta,m_t,\eta_t,\zeta_t) = M_{B3\theta}(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta,m_t,\eta_t,\zeta_t),$$

где $\sum F_z = \sum F_z(\ddot{z},\dot{z},z,m_t,\zeta_t)$ - сумма мгновенных инерционно-демпфирующих и восстанавливающих сил при вертикальных колебаниях;

$F_{B3z} = F_{B3z}(\ddot{z},\dot{z},z,m_t,\zeta_t)$ - мгновенная возмущающая сила при вертикальных колебаниях;

$\sum M_\theta = \sum M_\theta(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta,m_t,\eta_t,\zeta_t)$ - сумма мгновенных инерционно-демпфирующих и восстанавливающих моментов при вертикальных колебаниях;

$M_{B3\theta} = M_{B3\theta}(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta,m_t,\eta_t,\zeta_t)$ - мгновенный возмущающий момент при вертикальных колебаниях.

Далее, поскольку рассматривается поведение корабля сразу после получения повреждения, примем, что

$$\sum F_z = \sum F_z(\ddot{z},\dot{z},z) \neq \sum F_z(\ddot{z},\dot{z},z,m_t,\zeta_t);$$

$$F_{B3z} = F_{B3z}(m_t,\zeta_t) \neq F_{B3z}(\ddot{z},\dot{z},z,m_t,\zeta_t);$$

$$\sum M_\theta = \sum M_\theta(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta) \neq \sum M_\theta(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta,m_t,\eta_t,\zeta_t);$$

$$M_{B3\theta} = M_{B3\theta}(m_t,\eta_t,\zeta_t) \neq M_{B3\theta}(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta,m_t,\eta_t,\zeta_t).$$

Теперь возможно принять, что зависимости $\sum F_z = \sum F_z(\ddot{z},\dot{z},z)$ и $\sum M_\theta = \sum M_\theta(\ddot{\theta},\dot{\theta},\theta)$ могут быть описаны линейными дифференциальными уравнениями второго порядка с постоянными коэффициентами, тогда как возмущающая сила $F_{B3z} = F_{B3z}(m_t,\zeta_t) = F_{B3z}(t)$ и возмущающий момент $M_{B3\theta} = M_{B3\theta}(m_t,\eta_t,\zeta_t) = M_{B3\theta}(t)$ есть некоторые произвольные функции времени. Поправки в уравнения бортовой качки на отличие этих функций времени от гармонических функций, равно как и на учёт нелинейности по демпфированию могут быть внесены в последующих приближениях в соответствии с [1].

Тогда для отыскания зависимостей $z = z(t)$ и $\theta = \theta(t)$ по аналогии с [2] имеем для первого приближения уравнения вида:

$$(M+\lambda_z)\ddot{z} + 2N_z\dot{z} + \rho g S z = F_{B3z}(t);\ (J_X+\lambda_\theta)\ddot{\theta} + 2N_\theta\dot{\theta} + Dh_0\theta = M_{B3\theta}(t),$$

где $D \neq D(t),\ h_0 \neq h_0(t)$ - водоизмещение и начальная поперечная метацентрическая высота;

$M = \rho V = \frac{D}{g} \neq M(t),\ \lambda_z \neq \lambda_z(t)$ - масса корабля и его присоединённая масса при вертикальных колебаниях;

$N_z \neq N_z(t)$ - коэффициент линейного демпфирования вертикальных колебаний;

$S \neq S(t)$ - площадь КВЛ корабля;

$J_X \neq J_X(t),\ \lambda_\theta \neq \lambda_\theta(t)$ - собственный и присоединённый моменты инерции массы корабля при бортовых колебаниях;

$N_\theta \neq N_\theta(t)$ - коэффициент линейного демпфирования бортовых колебаний.

Разделив все члены этих уравнений на коэффициент при старшей производной, находим:

$$\ddot{z} + 2\nu_z\dot{z} + n_z^2 z = f_{B3z}(t);\qquad \ddot{\theta} + 2\nu_\theta\dot{\theta} + n_\theta^2\theta = m_{B3\theta}(t);$$

$$\nu_z = \frac{N_z}{M+\lambda_z};\ \nu_\theta = \frac{N_\theta}{J_X+\lambda_\theta};\ n_z = \sqrt{\frac{\rho g S}{M+\lambda_z}};\ n_\theta = \sqrt{\frac{Dh_0}{J_X+\lambda_\theta}};$$

$$f_{B3z}(t) = \frac{F_{B3t}(t)}{M+\lambda_z};\ m_{B3\theta}(t) = \frac{M_{B3\theta}(t)}{J_X+\lambda_\theta},$$

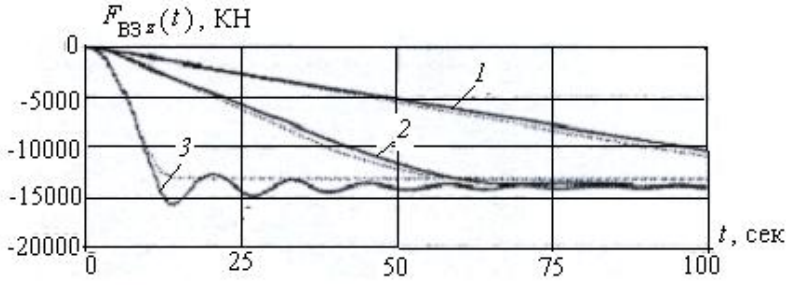
где n_z, n_θ - собственные частоты вертикальных и бортовых колебаний корабля.

Теперь для нахождения зависимостей $z(t)$ и $\theta(t)$ можно применить интеграл Дюамеля:

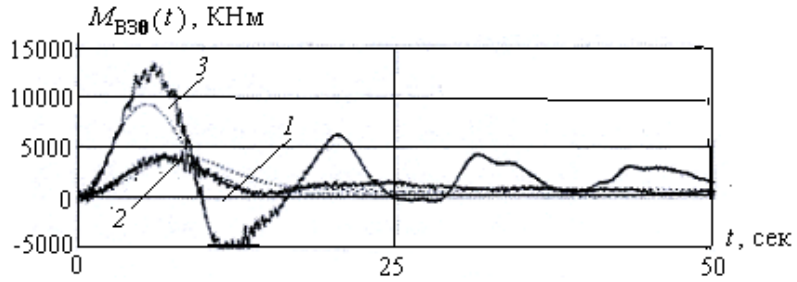
$$z(t) = \frac{1}{n_z^*}\int_0^t f_{B3z}(\tau)\exp[-\nu_z(t-\tau)]\sin n_z^*(t-\tau)d\tau; \qquad (1)$$

$$\theta(t) = \frac{1}{n_\theta^*}\int_0^t m_{B3\theta}(\tau)\exp[-\nu_\theta(t-\tau)]\sin n_\theta^*(t-\tau)d\tau; \qquad (2)$$

$$n_z^* = \sqrt{n_z^2 - \nu_z^2}; \quad n_\theta^* = \sqrt{n_\theta^2 - \nu_\theta^2}.$$



а



б

Рисунок 1 .Данные экспериментов [3] (симметричное затопление):

а - экспериментальные данные о величинах вертикальной возмущающей силы $F_{B3z}(t)$;

б - экспериментальные данные о величинах возмущающего момента при бортовых колебаниях $M_{B3\theta}(t)$

1,2,3-длина пробоины равна 0,11 , 0,27 и 0,83 от длины затопления соответственно

—- экспериментальные данные; ····- данные теоретических расчётов

Тогда, если известны зависимости для возмущений $F_{B3z}(t)$ и $M_{B3\theta}(t)$, то по приведенным выше зависимостям можно найти зависимости $z(t)$ и $\theta(t)$. На рисунках 1а-1б приведены экспериментальные зависимости [3] видов $F_{B3z}(t)$ и $M_{B3\theta}(t)$ для трёх длин затопления в пересчёте на натуру. Затопление было принято симметричным. Зависимости $F_{B3z}(t)$ и $M_{B3\theta}(t)$ приведенные на рис. 1, удовлетворительно описываются соотношениями вида

$$F_{B3z}(t) = \rho g Q_B t,\ t \le \tau_3;\ F_{B3z}(t) = \rho g Q_B \tau_3,\ t \ge \tau_3. \qquad (3)$$

$$M_{B3\theta}(t) = M_{B3\theta}^{(0)}\sin\frac{2\pi\cdot t}{\tau_{B3\theta}}\exp(-\nu_{B3\theta}t). \qquad (4)$$

В соответствии с экспериментом [3] и с формулой (3) возмущающая сила линейно зависит от времени до того момента, пока отсек не заполнится водой (т.е. при $t < \tau_3$, где τ_3 - время полного заполнения отсека, [4]). После заполнения отсека, когда $t \ge \tau_3$, вертикальная возмущающая сила $F_{B3z}(t)$ перестаёт зависеть от времени. При этом, поскольку длина затопления во всех случаях одинакова (различаются только длины

пробоин), то сила $F_{B3z}(t)$ во всех трёх случаях приходит к одному и тому же постоянному значению. Однако скорость достижения этого постоянного значения различна, поскольку из-за различия длин пробоин различными в этих трёх случаях получаются расходы Q. Формула (4) отвечает общему характеру зависимости $M_{B3\theta} = M_{B3\theta}(t)$ и удовлетворяет условию $\lim\limits_{t\to\infty} M_{B3\theta}(t) = 0$. Параметры, входящие в зависимости (3)-(4), должны определяться на основе экспериментальных данных.

Тогда, найдя с учётом (3) параметр $f_{B3z}(t) = \dfrac{F_{B3t}(t)}{M + \lambda_z}$ и подставив эту величину в (1), а также найдя с учётом (4) параметр $m_{B3\theta}(t) = \dfrac{M_{B3\theta}(t)}{J_X + \lambda_\theta}$ и подставив эту величину в (2), можно найти искомые зависимости $z(t)$ и $\theta(t)$. Интегралы (1)-(2) после таких подстановок берутся в конечном виде, но итоговый результат получается весьма громоздким. Поэтому лучше находить эти интегралы численно.

Вывод. Ординаты вертикальных и бортовых колебаний корабля сразу после получения повреждения в первом приближении могут быть найдены с использованием интеграла Дюамеля с эмпирическими коэффициентами.

Список использованной литературы.

1.Сутуло, С.В. О структуре уравнений качки судна при произвольной зависимости возмущающих сил от времени [Текст] /С.В. Сутуло // Мореходные качества судов и средств освоения океана (сборник научных трудов ЛКИ).- Л.: ЛКИ, 1986.- с. 43-50.

2.**Riola, J.M.** Transient Flooding in a Damaged Ferry [Text] / J.M. Riola, J.V. Cabezas // Canal de Experiencies Hidrodinamical, El Pardo. - Pb .159.- Madrid, 2001.- 7 p.

3.De Kat, J.O. Model Experiments and Simulation of a Damaged Frigate [Text] /J.O. De Kat, A.J. Peters // Proceedings of the International Maritime Association of the Mediterranean (IMAM) Congress (IMAM-2002). - Crete, 2002 . - 8 p.

4.Юдин, Ю.С. Время затопления отсека с учётом изменения углубления пробоины [Текст] / Ю.С. Юдин // Судостроение, 1987. - № 12.-с. 10-11

УДК 629.12.011.001.24

МЕТОДЫ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ ПРОБОИНЫ И ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ВЕРОЯТНОСТНОМ АНАЛИЗЕ НЕПОТОПЛЯЕМОСТИ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ

Соломенцев О.И.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Рассмотрим вероятности P_ν события, состоящего в том, что в результате получения боевого повреждения затоплена ν-я комбинация отсеков (ν-й отсек) надводного корабля. Как показывает анализ ряда исследований, это можно выполнить двумя способами, [1-4].

В первом случае мы предварительно определяем вероятность того, что подводная пробоина ограничена с носа и с кормы поперечными сечениями с заданными абсциссами, безотносительно к тому, как расположены абсциссы начала и конца пробоины по отношению к поперечным переборкам. Тогда, зная схему разделения корабля поперечными переборками на водонепроницаемые отсеки, можно найти вероятности P_ν, двигая пробоину переменной длины $l_{ПР}$ по поперечному сечению корабля и учитывая при этом, сколько отсеков при данной длине пробоины и данном её положении по длине окажется затопленными, рис. 1. При изменении длины пробоины и её положения по длине перебираются все возможные комбинации затопления отсеков. Этот способ, предложенный в последние годы, мы назовём способом переменной длины пробоины, [1,2].

Второй способ состоит в том, что мы изначально выбираем ν-й затопленный отсек или ν-ю комбинацию затопленных отсеков и для этой комбинации находим вероятность P_ν, рис. 2. Все эти отсеки и комбинации отсеков последовательно нами назначаются, в отличие от первого случая. Этот способ,

основные положения которого известны с начала 1960-х г.г. и который первоначально был ориентирован на гражданские суда, [3,4], мы назовём способом переменной длины затопления.

В обоих случаях безразмерные (в долях длины корабля) абсциссы середин пробоин $\bar{x}_{ПР}$ и длины пробоин $\bar{l}_{ПР}$ в общем случае приходится рассматривать как непрерывные случайные величины, задаваемые своими плотностями вероятностей $f_x(\bar{x}_{ПР})$ и $f_l(\bar{l}_{ПР}) = f_l(\bar{y}_{ПР})$.

Рассмотрим определение вероятности P_ν при применении способа переменной длины пробоины. Пусть $\bar{x}_1 < 1$ и $\bar{x}_2 < 1$ есть безразмерные (в долях длины корабля) отстояния положений двух поперечных сечений от кормового перпендикуляра. Примем для определённости, что $\bar{x}_2 > \bar{x}_1$. Примем для начала, что длина повреждения $\bar{l}_{ПР}$- неслучайная. Тогда условная вероятность $\mathrm{P}_{1,2}\left[\bar{l}_{ПР} \middle/ (\bar{x}_1, \bar{x}_2)\right]$ случайного события, состоящего в том, что подводная пробоина с неслучайной безразмерной длиной $\bar{l}_{ПР}$ целиком лежит на участке безразмерной длины корабля от $\bar{x}_1$ до $\bar{x}_2$, определится как

$$\mathrm{P}_{1,2}\left[\bar{l}_{ПН} \middle/ (\bar{x}_1, \bar{x}_2)\right] = \int_{\bar{x}_1 + \frac{\bar{l}_{ПР}}{2}}^{\bar{x}_2 - \frac{\bar{l}_{ПР}}{2}} f_x(\bar{x}_{ПР}) d\bar{x}_{ПР} \geq 0.$$

Пусть теперь длина подводной пробоины случайна и задана законом распределения $f_l(\bar{l}_{ПР})$, при этом $0 < \bar{l}_{ПР} < 1$. Очевидно, что размерная длина пробоины не может превышать длины корабля, так что $l_{ПР} \leq L$, и тогда безразмерная длина пробоины $\bar{l}_{ПР} = \dfrac{l_{ПР}}{L} \leq 1$. Однако диапазон наиболее вероятных реальных значений длин пробоин не превышает 0,2-0,3*L*, вероятности больших значений весьма малы. Тогда для удобства применения нормального закона распределения без существенного ущерба для точности окончательного результата можно принять $0 < \bar{l}_{ПР} < +\infty$.

Тогда вероятность $\mathrm{P}_{1,2}(\bar{x}_1, \bar{x}_2)$ случайного события, состоящего в том, что один конец пробоины со случайной безразмерной (в долях длины корабля) длиной $\bar{l}_{ПР}$ имеет абсциссу $\bar{x}_1$, а второй конец-абсциссу $\bar{x}_2$, $\bar{l}_{ПР} = \bar{x}_2 - \bar{x}_1$, определится в виде, рис. 1:

$$\mathrm{P}_\nu = \mathrm{P}_{1,2}(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = \int_0^\infty \mathrm{P}_{1,2}\left[\bar{y}_{ПР} \middle/ (\bar{x}, \bar{x}_2)\right] f_l(\bar{y}_{ПР}) d\bar{y}_{ПР} = \int_0^\infty \int_{\bar{x}_1 + \frac{\bar{y}_{ПР}}{2}}^{\bar{x}_2 - \frac{\bar{y}_{ПР}}{2}} f_x(\bar{x}_{ПР})\, f_l(\bar{y}_{ПР}) d\bar{y}_{ПР} d\bar{x}_{ПР}.$$

Рассмотрим далее применение способа переменной длины отсека. В этом случае мы непосредственно для заданного отсека (группы отсеков), которые известным нам образом размещены на продольном разрезе корабля, вычисляем вероятность затопления этого отсека (группы отсеков) P_ν. Соотношение $\mathrm{P}_{1,2}(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = \mathrm{P}_\nu$ в этом случае не применяется. Предположим также, что плотность вероятности $f_x(\bar{x}_{ПР})$ на длине затопления $\bar{l}_{3\nu}$ сохраняет постоянное значение, равное $f_x(\bar{x}_{ПР\nu})$. Будем обозначать через $\bar{l}_{3\nu}^{(n)}$ те ν-е ситуации, $\nu \in \mathrm{N}_O$, при которых затапливается *n* отсеков. Здесь N_O - общее количество водонепроницаемых отсеков на корабле. Обозначим

$$\int_0^{\bar{l}_{3\nu}^{(1)}} F_l(\bar{l}_{ПР1}) d\bar{l}_{ПР1} = \int_0^{\bar{l}_{3\nu}^{(1)}} \int_0^{\bar{l}_{ПР1}} f_l(\bar{y}_{ПР}) d\bar{y}_{ПР} d\bar{l}_{ПР1} = \Psi_{l1}(l_{3\nu}^{(1)}),$$

где $F_l(\bar{l}_{ПР1}) = \int_0^{\bar{l}_{ПР1}} f_l(\bar{y}_{ПР}) d\bar{y}_{ПР}$ - интегральное распределение длин пробоин.

Вероятность P_ν в этом случае определится в виде, рис. 2:

$$P_\nu = f_x(\bar{x}_{ПР\nu})\Psi_{lN}(\bar{l}_{P\nu}),$$

$$\Psi_{lN}(\bar{l}_{3\nu}^{(\Sigma)}) = \Psi_{l1}(\bar{l}_{3\nu}^{(\Sigma)}) - \Psi_{l1}(\sum_{m=1}^{N_O-1} l_{3\nu}^{(n)}) - \Psi_{l1}(\sum_{n=2}^{N_O} l_{3\nu}^{(n)}) + \Psi_{l1}(\sum_{m=2}^{N_O-1} \bar{l}_{3\nu}^{(n)}). \quad (1)$$

где $\bar{x}_{ПР\nu}^{(\Sigma)}$ есть отнесенное к длине отстояние середины суммарной длины затопления $\bar{l}_{3\nu}^{(\Sigma)}$ от кормового перепендикуляра.

Частные случаи формулы (1) при затоплении одного и двух отсеков (n=1, n=2) рассмотрены Б.Н. Волковым, [4].Рекомендации по вычислению функции $\Psi_{l1}(x)$ также содержатся в работе [4].

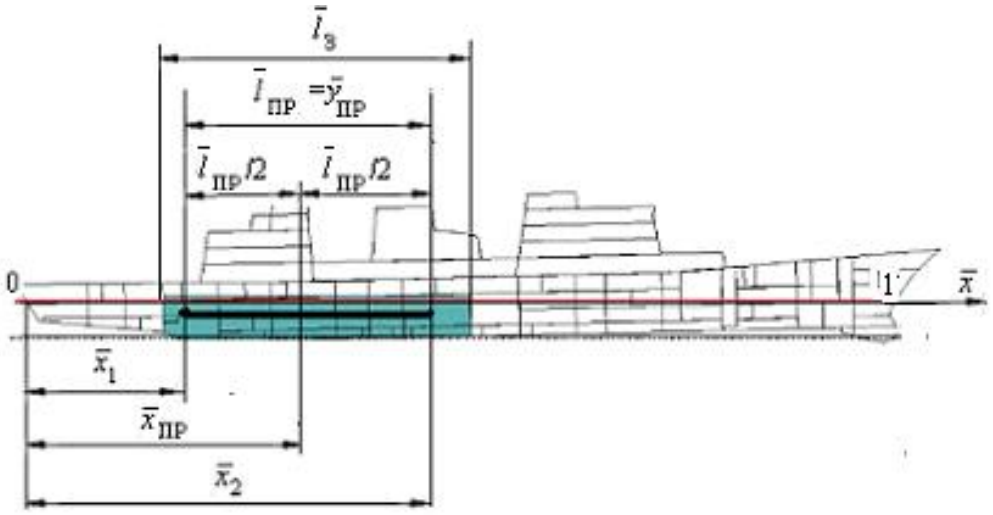


Рисунок 1. К определению вероятностей затопления отсека или группы отсеков по способу переменной длины пробоины

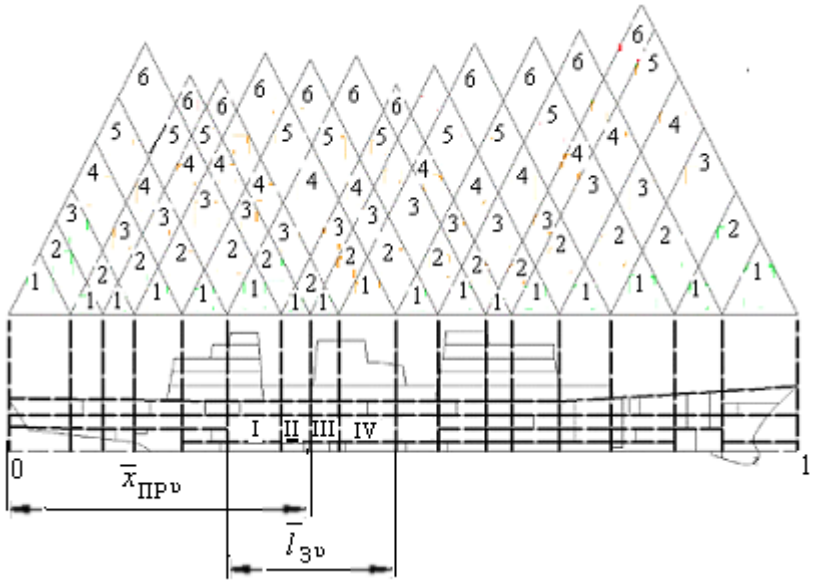


Рисунок 2. К определению вероятностей затопления отсека или группы отсеков по способу переменной длины затопления (цифрами показано количество затопленных отсеков для каждого случая)

Выводы. 1. Существующие методы определения вероятности затопления отсека (группы отсеков) надводных кораблей после получения повреждения могут быть разделены на две группы, которые названы в докладе методами переменной длины пробоины и переменной длины затопления.

2.Метод переменной длины затопления, предложенный ещё в первой половине 1960-х г.г. применительно к гражданским судам, при переходе к надводным кораблям должен быть обобщён на произвольное количество затопленных отсеков. Этот вопрос рассмотрен в докладе (формула (1)).

Список использованной литературы

1.Boulougouris, E.K. Risk-Based Design of Naval Combatants [Text]/ E.K. Boulougouris, A. Papanikolaou // Ocean Engineering, 2013.- Vol. 65.- p. 49-61

2.Boulougouris, E.K. Assessing of Survivability of Surface Combatants after Damage in the Sea Environment [Text]/ E.K. Boulougouris, S.Winnie, A. Papanikolaou // Journal of the Ship Production and Design, 2016,

3.Wendel, K. Die Wahrscheinlichkeit des Uberetehens von Verletzungen [Text] / K. Wendel // Schiffstechnik, 1960. - H. 36.- p. 47-61

4.Волков, Б.Н. Определение вероятности непотопления судна при получении пробоины [Текст] / Б.Н. Волков // Судостроение, 1963.- № 5.-с.4-8

УДК 629.5.0.2222

ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОГО КАТЕРА БЕРЕГОВОЙ ОБОРОНЫ

Соломенцев О.И.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Одной из важнейших проблем, решаемых при проектировании боевого корабля, является корректный расчёт показателя эффективности, в основе которого лежит расчётный сценарий боевого применения корабля. В докладе [1] нами была предложена концепция ракетно-артиллерийского катера для Азовского моря, а в докладе [2] - также и расчётный сценарий боевого применения этого корабля. В данном докладе мы рассмотрим, каким образом общепринятая в странах НАТО схема расчёта показателя эффективности [5] трансформируется для определения показателя эффективности ракетно-артиллерийского катера для Азовского моря. При этом будут введены понятия прямой и обратной задач при расчёте показателя эффективности.

При практическом применении указанной выше схемы первоначально формулируются пороговые (минимально допустимые, Threshold) требования и желательные (Goal) требования. Под желательными требованиями понимаются такие требования, при превышении которых неоправданно возрастают стоимость и риск. А под минимально допустимыми требованиями понимаются наихудшие приемлемые значения. Далее последовательно находятся:

1.Размерные показатели функционирования корабля (Measures of Performance - MOP_i). Эти величины могут представлять собой любой отдельно взятый тактический элемент (ТаЭ) корабля (скорость, дальность плавания, количество тех или иных единиц вооружения). Размерность этих величин отвечает, очевидно, размерности соответствующих показателей, а $\forall i \in I$, где *I*- количество ТаЭ корабля. По логическому смыслу эти величины характеризуют ту совокупность (список) задач, которые корабль может выполнять (расчётный сценарий [2])..

2.Безразмерные показатели функционирования корабля (Values of Performance- $VOP_i,\ \forall i \in I$).Это безразмерные величины, заключённые в пределах от 0 до 1. Они характеризуют соотношения между фактическими значениями *MOP*, с одной стороны, и желательными значениями *MO*P с учётом минимально допустимых значений. Ясно, что эти величины - равно как и *MOP* - определяются безотносительно к конкретным способам боевого применения проектируемого корабля. Если $[MOP]_{Ti}$ и $[MOP]_{Gi}$ - минимальные и желательные значения MOP_i, и $[MOP]_{Gi} > [MOP]_{Ti}$ то тогда в соответствии с известным принципом естественной нормализации частных критериев в многокритериальной задаче

$$VOP_i = \frac{MOP_i - [MOP]_{Ti}}{[MOP]_{Gi} - [MOP]_{Ti}},\ \forall i \in I$$

Так, VOP_i=0 означает, что *i*-й тактический элемент проектируемого корабля имеет только пороговое (минимально допустимое) значение. Напротив, *VOP* =1 означает, что этот же ТаЭ имеет максимальное (желательное) значения,

3.Безразмерные частные показатели эффективности корабля (Measures of Efficiency - $MOE_i,\ \forall i \in I$). Это также безразмерные величины, заключённые в пределах от 0 до 1. Они находятся в функции определённых на основе имитационных моделей боевых действий показатели боевой эффективности проектируемого корабля в той или иной боевой ситуации в функции VOP_i. Здесь может применяться залповая модель (применение ракет и беспилотных летательных аппаратов), и уравнения Ланчестера (применение артиллерии). На этом же этапе устанавливается соотношение между оборонительными и наступательными возможностями корабля, [4].

4. Интегральный показатель эффективности (Overall Measure of Efficiency - OMOE) - это безразмерная величина, заключённая в пределах от 0 до 1. Величина OMOE определяется как вложенная (двойная) линейная свёртка [5] частных критериев $j = j_0 : f_{ij_0} = MOE_{ij_0},\ \forall i \in I_F$. Интегральный показатель эффективности определяется в функции величин MOE_i для различных боевых ситуаций и может рассматриваться как мера, определяющая окончательные соотношения между минимально допустимыми и желательными тактическими элементами проектируемого корабля.

Практическая схема реализации цепочки *MOP→VOP→MOE→OMOE* для кораблей различных классов представлена в ряде работ американских специалистов, [3,5-10].

Отметим, что практическая реализация цепочки *MOP→VOP→MOE→OMOE* может считаться прямой задачей. А в некоторых случаях, на самых первых стадиях концептуального проектирования корабля, может решаться и обратная задача. Примером такой задачи является. диссертационное исследование [6]. В этом случае рассматривалась на основе метода статистического моделирования задача об оптимальной комплектации фрегата активными (огневыми) средствами противоракетной обороны (ПРО), и в качестве исходной величины был принят показатель *MOE* (а не *MO*P). Это было связано с тем, что количество и номенклатура средств ПРО (показатели *MOP* для соответствующего расчётного сценария) были неизвестны и как раз подлежали определению в рассматриваемой задаче. Далее осуществлялся переход к решению прямой задачи по изложенной выше схеме.

Наконец, эти же подходы могут применяться и для решения некоторых частных задач. Примером такой задачи является выбор и обоснование оптимальной комплектации такого боевого модуля на американских фрегатах для действий у побережья противника LCS-1 типа “Freedom” , который предназначен для огневой поддержки высаживаемого десанта (LCS Amphibious Mission Package-LAMP), [3].

Рассмотрим теперь возможные направления использования описанных подходов в задаче концептуального проектирования ракетно-артиллерийского катера для Азовского моря, [1,2]. Прежде всего, представляется перспективным по аналогии с работой [3] выбрать оптимальную комплектацию боевых модулей. В исходную номенклатуру вариантов могут быть включены используемые на украинских катерах и на украинской бронетанковой технике готовые боевые модули БМ-5М01 «Катран-М», КБА-105 «Шквал», БМ3М «Штурм» и «Гром».

Затем, представляется перспективной реализация разрабатываемой во флотах НАТО с первых лет XXI в. схемы проектирования Integrated Topside Design, основной задачей которого является оптимизация размещения вооружения и технических средств на надстройках и мачтах корабля, [9]. Здесь можно рассмотреть такие задачи, как целесообразность использования архитектурной защиты корабля и (или) применения заимствованной из бронетанковой техники активной защиты и динамической защиты. Здесь же можно будет рассмотреть вопросы электромагнитной совместимости различных составляющих радиоэлектронного комплекса, а также размещение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) с учётом их взлёта и посадки в турбулентном воздушном потоке (Airwake). Эти вопросы представляется целесообразным решать в рамках обратной задачи, начиная работу с показателей *MOE* (а не *MOP*, как в прямой задаче). Далее можно будет перейти к прямой задаче, выбирая показатели *MOP*, $[MOP]_{Ti}$ и $[MOP]_{Gi}$ по всем тактическим элементам катера. Здесь уже можно основываться на работах [5-9], по радиоэлектронному комплексу-[10]. Обязательным является анализ чувствительности математической модели катера, когда возможные погрешности в расчётах тех или иных качеств могут привести к выходу из допустимой области,[8].

Выводы. 1. В докладе выполнен анализ применяемых в странах НАТО методов расчёта показателя эффективности надводного корабля. Выполненный анализ позволили выделить прямую и обратную задачи показателя эффективности и оценить области их применения.

2. Выполненный анализ позволил выбрать направления последующих исследований в расчёте показателя эффективности боевого катера для Азовского моря.

Список использованной литературы.

1. **Соломенцев, О.И.** Предложения по формированию концепции ракетно-артиллерийских катеров береговой обороны для ВМСУ [Текст] / О.И. Соломенцев // Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» - Миколаїв, НУК, 2015.- с. 108-111

2. Соломенцев, О.І. Розрахунок сценарію бойового застосування ракетно - артилерійського катера берегової оборони [Текст] / О.И. Соломенцев // Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України. Матеріали Міжнародного наукового форуму. - Київ, 2016.-с.139-142

3. A System Approach to Architecting a Mission Package for LCS Support of Amphibious Operations [Text] / **R. Banzali, T. Caruso, A. Holbrook a.o.** //- Naval Postgraduate School. - Monterey, 2014. - 164 p.

4. Armstrong, M.J. Effects of Lethality on Naval Combat Models [Text] / M.J. Armstrong // Naval Research Logistics, 2004.- Vol. 51.- № 1.- p. 28-43

5. 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

6. Demko, D. Tools for Multi-Disciplinary Optimization in Naval Ship Design [Text] /D. Demko // Master of Science Thesis. –Virginia Polytechnic Institute and State University.- Blacksburg, 2005.- 114 p.

7. Kaya, S. Evaluating Effectiveness of a Frigate in a Anti-Air Warfare (AAW) Environment [Text] **/**S. Kaya **//** Master of Science Thesis. - Naval Postgraduate School.- Monterey, 2016.- 82 p.

8. Klasen, E. Confidence of Success in Multi Criteria Optimization of Multi-Disciplinary Ship Design Models [Text] **/** E. Klasen **//** Master of Science Thesis. – Virginia Polytechnic Institute and State University. - Blacksburg, 2005.- 64 p.

9. Lua, K.Y. System Engineering Approach for Conceptual Design of Frigate [Text] /Kwong Yang Lua // Master of Science Thesis. - Naval Postgraduate School. - Monterey, 2015. - 110 p.

10. **Welch, S.G.** Investigating the Link Between Combat System Capability and Ship Design [Text] / S.G. Welch // Master of Science Thesis. - Naval Postgraduate School. - Monterey, 2011.- 105 p.

УДК 629.12.011.001.24

КОММЕНТАРИЙ К ДОКЛАДУ СОЛОМЕНЦЕВА О.И. «О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОПРОКИДЫВАНИЯ СУДНА НА НЕРЕГУЛЯРНОМ ВОЛНЕНИИ»

Некрасов В.А.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Введение. **В очередной раз в материалах международной конференции «Инновации в судостроении и океанотехнике» почему-то появляются доклады доктора наук Соломенцева О.И., квалификационный уровень которых далеко не соответствует уровню конференции.**

Изложенние основного материала. Приводя следующий рисунок

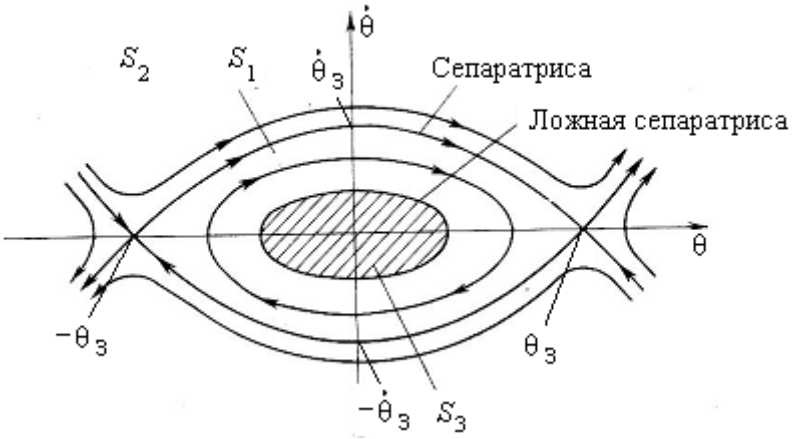


Рис. 1

автор статьи «О применении метода фазовой плоскости …» Соломенцев О.И. заявляет [2]:

- «…рассматривается поведение судна в системе координат $\theta - \dot{\theta}$, где $\theta,\ \dot{\theta}$ есть ординаты угловых перемещений и угловых скоростей при бортовой качке судна соответственно. Предполагается, что на регулярном волнении, частота которого есть ω, ординаты θ и $\dot{\theta}$ связаны соотношениями

$$\theta(t) = \theta_0 \sin \omega t;\ \dot{\theta}(t) = \omega\theta_0 \cos \omega t\ , \qquad (1)$$

где θ_0 - амплитуда бортовой качки и t - время»;

- «На регулярном волнении процессы $\theta(t)$ и $\dot{\theta}(t)$ сдвинуты по фазе друг относительно друга на 90^0 и полностью коррелированны между собой»;

- «Соответственно на фазовой плоскости (рис.1) имеем области устойчивых бортовых колебаний (область S_1) и область неустойчивых бортовых колебаний (область S_2). Границей между этими областями является кривая, проходящая через точки $\theta = 0,\ \dot{\theta} = \dot{\theta}_3,\ \theta = \theta_3,\ \dot{\theta} = 0,\ \theta = 0,\ \dot{\theta} = -\dot{\theta}_3,\ \theta = -\theta_3,\ \dot{\theta} = 0$ и называемая сепаратрисой. Временной интервал между прохождением судном каждой из указанных точек равен $\frac{\tau_\theta}{4}$, где τ_θ есть период собственных бортовых колебаний судна»;

- «…все сказанное справедливо для регулярного волнения».

Он упорно не замечает, что рис.1 представляет картину не вынужденных колебаний судна на волнении, а свободных нелинейных бортовых колебаний судна без учета демпфирования, инициированных начальными условиями $\theta(0) = \theta_0; \dot{\theta}(0) = \dot{\theta}_0$. В рассуждениях Соломенцева О.И. имеет место обескураживающая путаница понятий: свободные бортовые колебания судна представляются как вынужденные на регулярном волнении, которые затем становятся собственными.

Далее автор комментируемой статьи пишет:

- «Приведенные результаты должны быть тем или иным способом обобщены на нерегулярное волнение. Один из способов такого обобщения предложен В.А. Некрасовым, [1]. …на рис. 1 из работы [1] приведена опасная зона по стандартам бортовых колебаний. Это заштрихованный овал S_3, граница которого (ложная сепаратриса на рис. 1) проходит через точки …».

В связи с этим нужно отметить, что в работе [1(1978)], открывшей давно признанное новое научное направление в теории корабля, задача нелокальной устойчивости бортовых наклонений судна на стационарном нерегулярном волнении решена в рамках корреляционной теории случайных функций, т.е. – теории, оперирующей только двумя первыми статистическими моментами рассматриваемых процессов (математическими ожиданиями и дисперсиями). Согласно этой теории область S_3 - это зона среднеквадратичных значений углов крена и угловых скоростей множества устойчивых стационарных режимов качки судна на нерегулярном волнении, т.е. это зона безопасных стандартов бортовых колебаний. **Она не может быть опасной зоной, как это утверждается Соломенцевым О.И.**

Затем Соломенцев О.И. продолжает:

- «Ординаты сепаратрисы получаются по В.А. Некрасову умножением ординат границы заштрихованного овала (ложной сепаратрисы, рис.1) на $\sqrt{6}$. Вероятность опрокидывания P_O в этом случае также скачкообразно изменяется при пересечении сепаратрисы от 0 до 1, т.е. на стационарном ветроволновом режиме по В.А. Некрасову получается, что $P_O = 0$ при $\sqrt{6D_\theta} < \theta_3$ и $P_O = 1$ при $\sqrt{6D_\theta} > \theta_3$.»

По этому поводу нужно отметить, что граница области нелокальной устойчивости свободных бортовых колебаний судна (сепаратриса) не может быть получена путем умножения ординат границы области устойчивости вынужденных стационарных режимов бортовой качки судна на нерегулярном волнении. Получение этой границы перемножением – это вымысел Соломенцева О.И. Вымыслом Соломенцева О.И. также является рассуждения о вероятности опрокидывания P_O. В анализируемом им решении [1] вероятности не вычислялись и не могли быть вычисленными из-за применения корреляционной теории.

Следует также отметить, что рассматриваемые в [1] стационарные процессы качки на соответствующем множестве стационарных ветро-волновых режимов представляются Соломенцевым О.И.

как результат воздействия одного веро-волнового режима. Соломенцев О.И. не отличает один ветро-волновой режим от множества таких режимов.

В заключении своего «анализа» Соломенцевым О.И. следующим образом формируется заведомо грубая, наглая ложь, подобная бульварной фантастике:

- Сначала он утверждает, что « …из предложенного В.А. Некрасовым [1] построения на рис. 1 получается, что ложная сепаратриса задаётся такими соотношениями, которые с точностью до постоянного множителя эквивалентны формулам (1), задающим истинную сепаратрису:

$$\theta_*(t) = k\sqrt{D_\theta}\sin\omega_\theta t;\quad \dot{\theta}_*(t) = k\omega_\theta\sqrt{D_\theta}\cos\omega_\theta t\,, \qquad (2)»;$$

- Потом продолжает: «При этом, поскольку дисперсии D_θ и $D_{\dot\theta}$ отвечают процессу нерегулярной качки в целом (а не одному нерегулярному колебанию), то и формулы (2) – равно как и формулы (1) для регулярного волнения - также отвечают процессу в целом. Следовательно, реализации качки на нерегулярном волнении у В.А. Некрасова аппроксимируются синусоидой с постоянной (усреднённой) частотой, что грубо искажает даже качественную картину явления»

По этому поводу необходимо заявить, что в работе [1] никакие аппроксимации, тем более аппроксимация нерегулярной качки регулярной выражениями (2), не рассматриваются.

Соломенцев О.И. это придумывает с тем, чтобы выдвинуть обвинение. При этом он не понимает, что движение по сепаратрисе является свободным, а не вынужденным, и что при таком движении время движения равно бесконечности, а "частота" движения – нулю. По этой причине формулы (2), с частотой ω_θ явно не равной нулю, являются абсурдными формулами, не соответствующими физике рассматриваемого явления.

Выводы

Автор «О применении метода фазовой плоскости …» Соломенцев О.И.:

1. Не понимает сущности предмета, который рассматривает:

- не владеет элементарными знаниями по теории колебаний, излагаемыми в университете студентам младших курсов кораблестроительного института, не знает, что представляет собой метод фазовой плоскости и сепаратриса на фазовом портрете свободных колебаний судна;
- путает свободные колебания с вынужденными, вынужденные с собственными;
- не отличает опасную область характеристик колебаний от безопасной области;
- путает множество ветро-волновых режимов с одним режимом, нерегулярные колебания с регулярными.

2. За время порядка сорока лет после выхода работы [1] Соломенцев О.И. не смог понять того, что в настоящее время является само собой разумеющимся.

3. Название доклада Соломенцева О.И. не соответствует его содержанию. Метод фазовой плоскости, как метод представления движения судна на нерегулярном волнении с явлениями его опрокидывания, даже не описывается.

4. Процедура представления того, что он подает в виде научного исследования, по сути, продолжает являться [3] генерированием вымысла при работе с первоисточниками, с последующим переводом вымыслов в ненаучную фантастику в процессе манипулирования их содержанием.

5. Выдаваемые доктором наук Соломенцевым О.И. «научные произведения» действительно стали неприемлемыми для представления на международной конференции.

Список использованной литературы

1. Некрасов, В.А. Вероятностные задачи мореходности судов [Текст] / В.А. Некрасов. - Л.: Судостроение, 1978. – 304 с.

2. Соломенцев, О.И. О применении метода фазовой плоскости в задаче нахождения вероятности опрокидывания судна на нерегулярном волнении [Текст] / О.И. Соломенцев // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2017. (В этом сборнике).

3. Некрасов, В.А. К дискуссии, инициированной Соломенцевым О.И. [Текст] / В.А. Некрасов // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв, НУК.- 2017. (В этом сборнике).

Секція. 8.
ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

УДК 629.58

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА НА ПЛОСКІЙ ЦИРКУЛЯЦІЇ

[1]Блінцов С.В., к.т.н., доцент, [1]Грудініна Г.С., викладач, [2]Бурунін А.П., студент
[1]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
[2]Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Рушійно-стерновий комплекс (РСК) автономного підводного апарата (АПА) як об'єкт керування є суттєво нелінійним, характеристики якого залежать від швидкості та кута потоку води, що набігає [1]. Маневрові режими АПА у горизонтальній площині (рух по заданій плоскій криволінійній траєкторії, аварійні зміни курсу тощо) є типовими режимами для сучасних АПА, тому вивчення зміни силових характеристик РСК у таких режимає є актуальною прикладною науковою задачею.

Математичне моделювання є важливим інструментом як для дослідження зміни силових характеристик РСК у ході маневрування АПА, так і для синтезу елементів систем автоматичного керування, у складі яких передбачається використання математичних моделей АПА як об'єкта керування.

Реалізація високоефективних систем автоматичного керування маневровим рухом АПА дасть змогу забезпечити ефективне рішення в автоматичному режимі багатьох завдань безперервного моніторингу підводних комунікацій, стану навколишнього середовища навколо нафто- і газодобувних платформ, а також виконання завдань, пов'язаних з виявленням і розробкою корисних копалин і проведенням аварійно-рятувальних робіт.

Об'єкт керування в режимі горизонтального руху розглядаємо як тверде тіло (корпус АПА), що рухається під дією упору горизонтального рушія, приводом якого є гребний електродвигун постійного струму незалежного збудження. Керування виконується шляхом прикладання до якоря двигуна відповідної напруги живлення $U = K_u u$, де K_u – коефіцієнт підсилення джерела напруги, u – необхідне значення напруги.

Математична модель об'єкту керування буде мати вигляд [2]:

$$L\frac{di}{dt} = K_u u_x - r_я i - \frac{c\Phi}{k_р}\omega; \quad (1) \qquad J_{ГГ}\frac{d\omega}{dt} = M_{ЕД} - Q = \frac{c\Phi}{k_р} i - \frac{K_Q \rho D^5}{4\pi^2}\omega^2; \quad (2)$$

$$(m_{ПА} + \lambda_x)\frac{dV_x}{dt} = T - F_x - F_{Dx} = \frac{K_T \rho D^4}{4\pi^2}\varpi^2 - \frac{\rho C_x \Omega}{2}V_x^2 - F_{Dx}; \quad (3) \qquad \frac{dx}{dt} = V_x, \quad (4)$$

де i – миттєве значення електричного струму якоря електродвигуна; u_x, K_u – керуючий сигнал регулятора напруги та його коефіцієнт підсилення, відповідно; L, $r_я$, c, Φ – електромагнітні параметри електродвигуна; ω – частота обертання гребного гвинта; $k_р$ – коефіцієнт передачі редуктора; $J_{ГГ}$ – приведений до гвинта момент інерції системи «гребний електродвигун – редуктор – валопровід – гребний гвинт»; $M_{ЕД} = c\Phi i / k_р$ – рушійний момент електродвигуна; $Q = KQ\rho D5\rho\omega^2/4\pi^2$ – гальмівний момент, що створюється гребним гвинтом; K_Q – безрозмірний нелінійний коефіцієнт, що характеризує момент гребного гвинта; ρ– питома густина води; D – діаметр гребного гвинта; $m_{ПА}$, λ_x – маса ПА та приєднана маса води; V_x – поточна швидкість руху ПА по осі x; $T = K_T D^4\ \omega^2/4\pi^2$ – рушійна сила (упор) гребного гвинта; K_T – безрозмірний нелінійний коефіцієнт, що характеризує упор гребного гвинта; $F_x = \rho C_x \Omega V_x^2 / 2$ – сила опору води руху ПА; C_x – гідродинамічний коефіцієнт корпусу ПА по осі x; Ω – площа змоченої поверхні зовнішнього корпусу ПА; F_{Dx} – сила зовнішнього збурення по осі x.

Для розрахунку гідродинамічних сил і моментів, що з'являються на корпусі АПА внаслідок його руху відносно навколишнього середовища, використовувались відомі формули з наступних джерел [3, 4].

Розглянемо систему «відкритий гвинт – стерно». При перекладанні стерна від нульового положення на кут δ_r симетричність його обтікання потоком рушія порушується, що призводить до появи складової швидкості потоку $\vec{U}_r$, усереднений напрям якої може бути прийнято перпендикулярним до площини хорди стерна. В результаті вісь потоку гвинта, згідно постулату Жуковського - Чаплигіна і залежності $\vec{U}_\delta = \vec{U} - \vec{U}_r$, відхиляється від осі гребного валу в ту ж сторону, що і стерно, на кут δ_r. При цьому упор гвинта $\vec{P}$ розкладається на два вектори: реакцію відхиленого потоку $\vec{P}_\delta$ і додаткову реакцію $\vec{R}_\delta$, що виникає в результаті натікання частини потоку на відхилене стерно [5].

Застосування векторної форми закону збереження кількості руху до вище наведеної залежності дозволяє отримати наступний результат:

$$\vec{P}_\delta = \vec{P} - \vec{R}_\delta . \quad (5)$$

На стерні виникає сила $R_r = R_\delta$,тобто:

$$\vec{R}_r = -\vec{R}_\delta . \quad (6)$$

Проектування сил (5) і (6) на повздовжню і поперечну площини перерізу АПА відносно вісі ГГ, дозволяє отримати вирази для поздовжньої і поперечної складових сили P_δ [5]:

$$P_x = P_\delta \cos\delta_r = P(1-\sin^2\delta_r) , \quad (7) \qquad P_y = P_\delta \sin\delta_r = P\sin\delta_r \cos\delta_r . \quad (8)$$

Таким чином, після перекладки стерна, розташованого в потоці рушія, на деякий кут δ_r на кормову частину корпусу апарата через конус гребного валу будуть діяти поздовжня і поперечна складові сили, що розвивається рушієм, а гребний вал при цьому буде сприймати додаткове зусилля:

$$Q_x = P\theta_r \sin^2\delta_r , \quad (9)$$

де $\theta_r = F_\delta / F_p$ – коефіцієнт, що враховує відношення площі диска гвинта, що перекривається стерном при його гіпотетичній перекладці на 90°, до всієї площі диска ГГ.

Тому крутний момент на валу гребного гвинта дорівнює [5]:

$$M_{дв} = M_c(1+\theta_r \sin^2\delta_r) . \quad (10)$$

З урахуванням залежностей (7), (8) та (10) в системі Simulink було розроблено математичну модель АПА, що рухається у горизонтальній площині, з РСК «гвинт – стерно». Для перевірки працездатності розробленої математичної моделі та її Simulink-реалізації було виконано дослідження впливу скошеного потоку води, що набігає на РРК типу «гвинт-стерно» зі швидкістю 1 м/с, для АПА з масою 60 кг, діаметром гребного гвинта 160 мм та довжиною стерна 210 мм.

Комп'ютерне моделювання динаміки АПА на плоскій циркуляції підтвердило наявність залежності сили упору ГГ від кута набігаючого потоку. Отримана залежність має значну нелінійність та буде впливати на точність керування АПА при плоскій циркуляції. Також встановлено нелінійний характер залежності упору гвинта від кута набігаючого потоку та швидкості руху апарата в діапазоні [0,2…1] м/с.

Список літератури

1. Антоненко, С.В. Судовые движители. [Текст]: учеб. пособие / С.В. Антоненко; Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 126 с

2. Блінцов, С.В. Теоретичні основи автоматичного керування автономними підводними апаратами [Текст] / Монографія – Миколаїв: НУК, 2014. – 222 с.

3. Слижевский, Н.Б. Гидродинамический расчет самоходных подводных аппаратов [Текст] / Н.Б. Слижевский, Ю.М. Король, М.Г. Соколик // Учебное пособие. – Николаев: УГМТУ, 2000. – 93 с.

4. Слижевский, Н.Б. Ходкость и управляемость подводних технических средств [Текст] / Учебное пособие. – Николаев: УГМТУ, 1998. – 148 с.

5. Бажанкин, Ю.В. Анализ взаимодействия гребного винта с рулевым органом судна [Текст] / Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 29. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – С. 11–15.

УДК 656.61:629.5

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТТВА БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ СУДЕН

Надточій А.В; Садовський В.В; Гурко Т.С.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Автоматичні та автоматизовані малорозмірні надводні судна (катери) або так звані БНС (безекіпажні надводні судна), доцільно використовувати для оперативного моніторингу надводної та підводної обстановки на внутрішніх акваторіях, у державних територіальних водах і у виключній економічній морській зоні, тому створення таких засобів морської техніки має створити попит для вітчизняних установ та організацій у сферу діяльності яких входять зазначені функції.

Очевидно, що для безпеки мореплавства БНС, необхідно наділити СК здатністю заздалегідь виявляти перешкоди які знаходяться або можуть виникнути на траєкторії його руху та активно від них ухилятись. Важливо щоб процес ухилення від перешкод завершувався відновленням виконання основного завдання. Для цього необхідно оснастити СК БНС:

1. системою сенсорів для ефективного виявлення надводних та підводних перешкод;
2. надійною та продуктивною обчислювальною технікою та периферією;
3. програмним забезпеченням з відповідними алгоритмами, які на основі інформації від сенсорів про оточуючу обстановку та мети місії, здатні генерувати адекватні команди виконавчим пристроям.

Головним виконавчим пристроєм є рушійно - кермовий комплекс (РКК) який повинен забезпечити переміщення БНС із текучої просторової координати до завданої просторової координати по завданій траєкторії за завданий проміжок часу з врахуванням зовнішніх збурень.

Вибір типу рушія в РКК для БНС (див. рис. 1), його проектування та виготовлення досить складна науково-технічна та інженерна задача, вирішення якої повинно забезпечити необхідну швидкість руху БНС (потужність), його маневреність а також економічність (автономність), надійність, керованість та компактність всієї системи в цілому.

Важливим питанням при створенні БНС з ГЕУ є вибір джерела живлення (ДЖ). На даний час основними джерелами електроенергії для автономних транспортних засобів є хімічні акумуляторні батареї різних типів (кислотні, лугові, срібно-цинкові, нікель-вмисні, літій-вмисні). Можливим є застосування паливних (воднево - кисневих) елементів. Як додаткові джерела, можуть бути застосовані малогабаритні електромеханічні перетворювачі (ДВЗ-генератор, вітрові, хвильові), фотоелектричні перетворювачі.

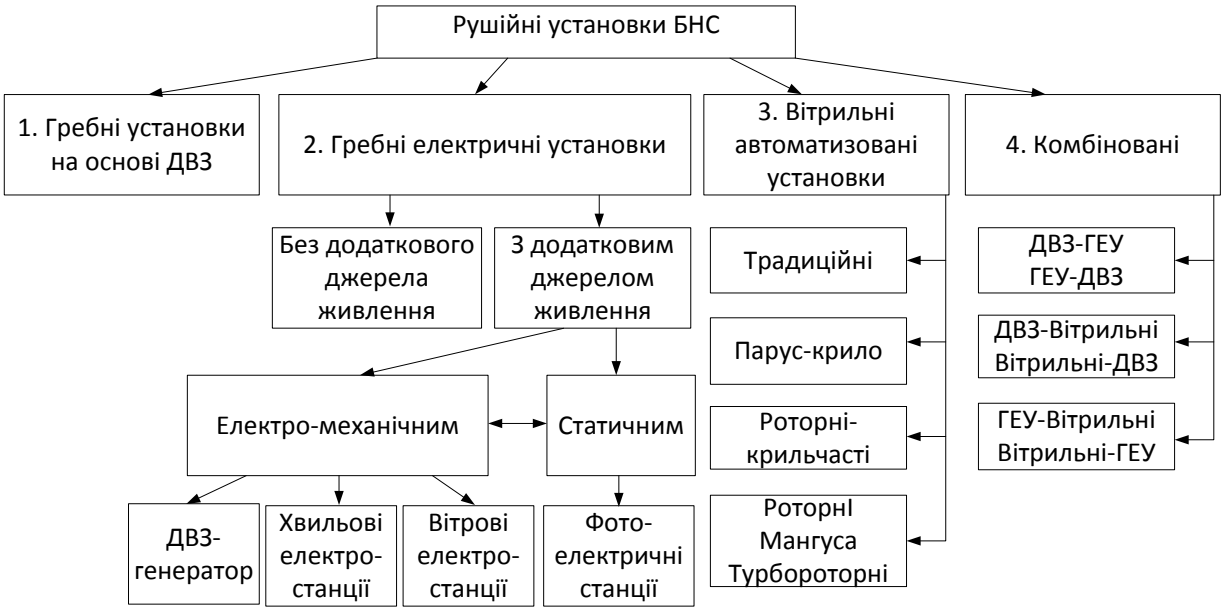


Рис. 1 - Типи рушіїв РКК що можуть бути застосовані в БНС

Доцільним є використання комбінованих РКК, в яких використовується декілька енергетичних установок з різними принципами дії і незалежними джерелами енергії.

Особливо привабливими з точки зору забезпечення значного терміну автономності є комбіновані РКК в яких поєднані одна з традиційних енергетичних установок та вітрильне оснащення. Прототип такого БНС (див додаток А) окрім вітрильного оснащення, додатково може бути покритий фото-чутливими плівками (на поверхні палуби, паруса - крила, верхніх частин поплавків) що дозволить відновляти частку електроенергії за рахунок сонячної енергії.

Оскільки інтенсивність судноплавства на морських шляхах, поблизу портів та морських баз, може бути досить висока, як і у прибережних зонах, фарватерах річок, каналів, протоків, то необхідною умовою забезпечення безпеки мореплавства є здатність СК виявляти, супроводжувати та реагувати одночасно на декілька перешкод, як надводних так і підводних.

Для керування рухом БНС а також основними та допоміжним бортовим устаткуванням і корисним вантажем необхідна система автоматичного керування. Структурно така САК має містити наступні блоки:

1. навігаційний (для керування РКК),

2. керування бортовими системами.

3. телекомунікаційний для забезпечення (у разі необхідності) дистанційного керування та передачі телеметричної, іншої корисної інформації, в режимі реального часу, пакетами через задані проміжки часу, або при збігу заданих умов з умовами оточення.

Джерелами інформації про перешкоди в найпростішому випадку служать фото-відео комплекс з системою розпізнавання, визначення кута на перешкоду та дистанції до неї, та ШПС або пасивної ГАС для визначення рухомих надводних та підводних перешкод з механізованими рушійними установками.

Єдиним інформаційним простором для навігаційного блоку та різноманітних бортових систем може бути бортова база даних, де може зберігатись загальна для декількох систем інформація.

Висновки

1. Створення і впровадження у практику засобів морської робототехніки, зокрема БСН є невід'ємною складовою розвитку України як морської держави а також сприяє збільшенню її науково-технічного та економічного потенціалу.

2. Безекіпажні морські системи мають на 2-3 порядки нижчі експлуатаційні витрати у порівнянні з традиційними надводними, підводними та повітряними суднами і є реальною альтернативою.

3. Розробка та побудова діючого зразка БНС вимагає концентрації значних інтелектуальних ресурсів а також фінансування з боку зацікавлених сторін (в першу чергу держави).

Список літератури

1 В.С. Блінцов. Сучасні завдання проектування та створення засобів морської робототехніки. [Текст] / В.С. Блінцов, д.т.н., проф.; П.С. Куценко, аспірант; Надточій А.В., викладач; В.В. Соколов, інженер //Інновації в суднобудуванні та океанотехніці – 2016. – С. 338 – 339.

2 Безекіпажне судно ACTUV [електронний ресурс] // Сайт – Режим доступа: http://vido.com.ua/article/13966/vms-ssha-viprobovuiut-bieziekipazhnie-sudno-actuv/.

4 Патрульний робот Katana [електронний ресурс] // Сайт «Navaldrones». – Режим доступа: http://www.navaldrones.com/Katana.html.

6 Какой противоминный БЭК нужен нашему флоту [електронний ресурс] // Сайт «Новости ВПК». – Режим доступа: http://vpk.name/news/139949_kakoi_protivominnyii_bek_nuzhen_nashemu_flotu.html?new

УДК 681.52:629

ЧАСТНОЕ РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ АНТРОПОМОРФНОГО ПОДВОДНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Надточий В.А; Надточий И.И; Кобалава Г.З.

Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон

В подводной робототехнике для выполнения широкого круга подводно-технических работ применяются различные подводные манипуляторы (ПМ). Среди них встречаются и антропоморфные манипуляторы которые характеризуются таким же количеством степеней подвижности как и у руки человека – самого универсального инструмента для манипуляций в природе.

Внешний вид и кинематическая схема одного из вариантов антропоморфного ПМ представлена на рис. 1.

Предполагается, что ПМ подвешивается к привязному подводному аппарату (ППА) снизу. При этом рабочая зона ПМ имеет вид полусферы радиусом R, который равен сумме длин всех звеньев манипулятора считая со второго с центром в точке расположения второго шарнира.

Система управления таким ПМ может иметь блок инверсной кинематической модели манипулятора в котором определяются углы поворотов шарниров для обеспечения такого пространственного положения его звеньев, при котором сват будет находиться в точке с заданными координатами.

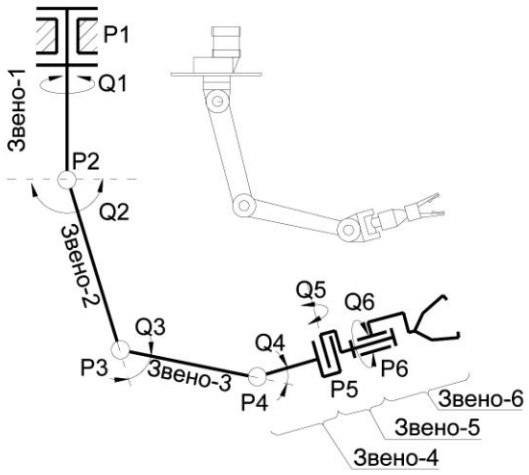


Рис. 1 - Внешний вид и кинематическая схема антропоморфного подводного манипулятора.

Для решения обратной задачи кинематики на первом этапе вычислений принимается упрощение что шарниры P5 и P6 неподвижны. В процессе решения требуется определить углы поворотов Q1, Q2, Q3, Q4 при известных геометрических параметрах звеньев ПМ и заданных координатах точки захвата. Определение углов поворота Q5, Q6 определяется на втором этапе вычислений при необходимости.

Ключом для предлагаемого частного решения задачи является простое условие - последнее звено ПМ (схват) должно быть всегда ориентировано в пространстве вдоль специального вектора $\bar{K}$ (рис. 2).

$$\bar{K} = \bar{B}_{Y,X} - \bar{R} \tag{1}$$

где $\bar{K}$ – вектор ориентации схвата,

$\bar{B}_{Y,X}$ – вспомогательные вектора,

$\bar{R}$ – радиус – вектор от центра рабочей зоны ПМ до точки захвата.

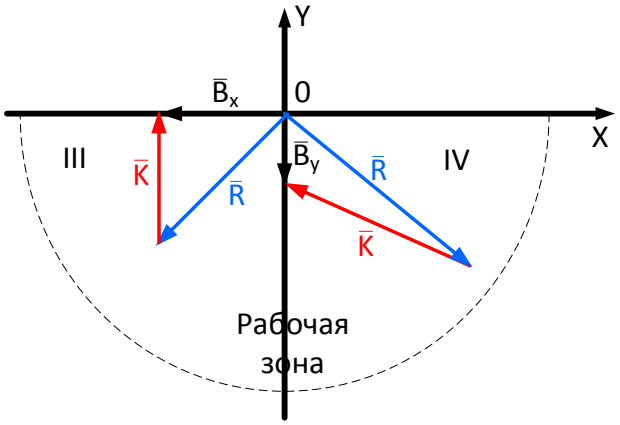


Рис.2 - Вектор ориентации схвата $\bar{K}$ и его определение на основе векторов $\bar{B}_{Y,X}$ и $\bar{R}$.

Условие определения вспомогательных векторов $\bar{B}_{Y,X}$,

Если точка схвата в IV квадранте $\bar{B}_Y = 1 - \frac{|\bar{R}|}{R}$ При $\bar{B}_Y \geq 0$

Если точка схвата в III квадранте $\bar{B}_X = 1 - \frac{|\bar{R}|}{R}$ При $\bar{B}_X \geq 0$ (2)

где $\bar{B}_Y$ – вспомогательный вектор если точка схвата в IV квадранте, который ориентируется вдоль оси Y прямоугольной системы координат.

$\bar{B}_X$ - вспомогательный вектор если точка схвата в III квадранте, который ориентируется вдоль оси X прямоугольной системы координат.

$|\bar{R}|$ - модуль радиус вектора.

R – радиус рабочей зоны ПМ.

На рис. 3. в плоскости изображено последнее звено ПМ в момент захвата, в соответствии с условием определения ориентации схвата (1).

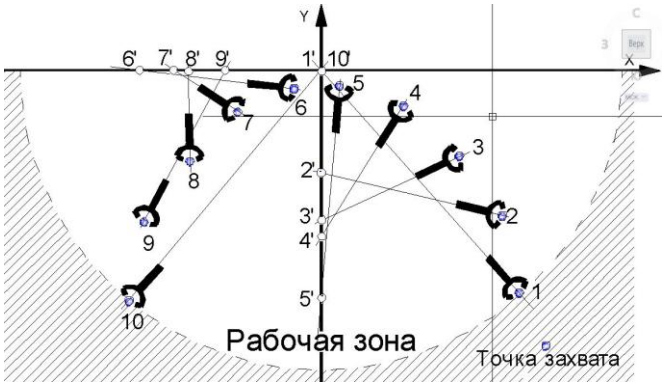


Рис. 3 - Ориентация схвата манипулятора в момент захвата.

В соответствии с условиями (2) на осях прямоугольной системы координат Y и X можно отметить ряд вспомогательных точек. При локации точек захвата 1÷5 в IV квадранте прямоугольной системы координат, вспомогательный вектор $\bar{B}_Y$ на оси Y дает соответствующие вспомогательные точки 1′÷5′.

Про локации точек захвата 6÷10 в III квадранте прямоугольной системы координат вспомогательный вектор $\bar{B}_X$, на оси X дает соответствующие точки 6′÷10′.

Поскольку ПМ работает в 3-х мерном пространстве для решения обратной задачи кинематики в плоскости необходимо совместить точку захвата с плоскостью Y0Z (плоскостью X0Y на рис. 2 и 3), что достигается вычислением матрицы элементарного поворота относительно оси Z.

После этого решение обратной задачи кинематики выполняется на плоскости, где в первую очередь находится ориентация звеньев 2 и 3 ПМ относительно точки захвата (звенья 4, 5 и 6 рассматриваются как одно целое). Для этого на основе (1) и (2) строится ряд вспомогательных точек ВР (рис. 4), которые образуют с точкой захвата векторы направления и ориентации звеньев ПМ. В общем случае вспомогательные точки могут не совпадать с координатными осями и описывать более сложные линии (кривые) с длиной отличной от R. Выбор конфигурации линии вспомогательных точек определяется оптимальной ориентацией последнего звена манипулятора.

Далее используя условие параллельности двух векторов строится вектор P4P7 совпадающий по направлению и положению с вектором построенном по точке ВР и точке захвата P7. Длина вектора P4P7 известна поэтому нетрудно определить координаты точки P4 (рис. 4).

Для определения координат точки P3 используются координаты точек P2 и P4 и вектор P2P4. Координаты точки P2 известны поскольку первое звено манипулятора не изменяет своего пространственного положения относительно базовой системы координат.

Исходя из соотношения длин 2-го и 3-го, звеньев на векторе P2P4 определяется точка H и строится вектор P2H. Рассматривая прямоугольный треугольник P2, H, P3 определяем длину вектора HP3. Определив длину вектора HP3 направляем его от точки H так, чтобы он находился всегда слева от вектора P2P3 и находим точку P3.

Таким образом, зная координаты всех шарниров манипулятора и построив по этим координатам вектора, определяются углы между ними Q2, Q3 и Q4.

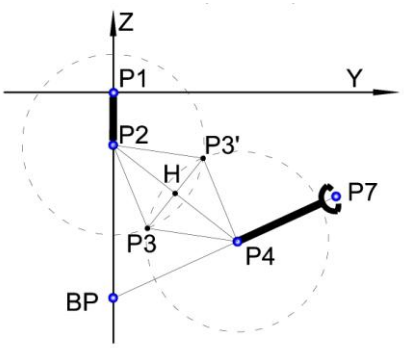


Рис.4 Определение координат точек P3 и P4.

На основании полученных углов поворота Q2÷Q4 нетрудно производить корректировки углов любого из шарниров ПМ.

Список литературы

1. Д. Т. Письменный. Конспект лекций по высшей математике: полный курс/ Д. Т. Письменный. — 9-е изд. — М.: Айрис-пресс, 2009. — 608 с.: ил. — (Высшее образование).

2. Ю.Ф. Лазарев. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. - К.:НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с.

3 Е.И.Юревич. Проектирование технических систем. Учебное пособие. СПбГТУ. СПб. 2001.

УДК 681.52:629

БЕЗРЕДУКТОРНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ З ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Надточій В.А; Фоменко Є.Л; Муха О.М.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Одним із недоліків більшості електроприводів є наявність в них механічної передачі (редуктор, передача гвинт-гайка, ланцюгова передача, ременева та інші). Наявність механічних передач зменшує ККД електропривода в цілому, його надійність і точність, погіршує масо-габаритні показники.

Актуальнім є питання винаходу таких типів електроприводів що не містять складні механічні передачі, що мають мінімальні втрати енергії, не містять нелінійностей типу «люфт», «зазор», мають високий ресурс. Це питання досить складне в міру свого протиріччя, оскільки само поняття електропривода пов'язане з взаємним перетворенням електричної та механічної енергій. Тому механічна ланка в електроприводі є необхідною складовою.

Безредукторні електроприводи з пружними елементами за рахунок складних пластичних деформацій взаємодіючих еластичних елементів (стрижнів) перетворюють обертальний руху та момент електродвигуна в поступальний рух робочого органу. Такі електроприводи можуть бути використані при побудові маніпуляторів (рис. 1) та інших пристроїв, де необхідне лінійне або радіальне переміщення робочого органу.

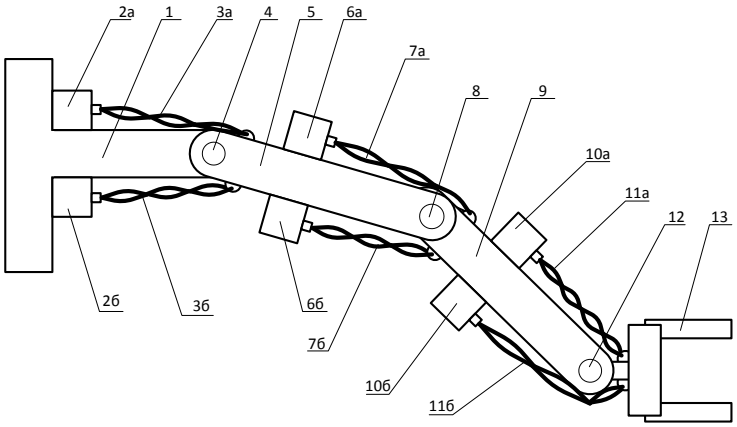


Рис. 1 – Компоновка елементів маніпулятора з безредукторними електроприводами з пружними елементами

1 – основа маніпулятора, 2а та 2б – електродвигуни прямого і зворотного руху 1-ї ланки, 3а та 3б – пружні елементи приводів 1-ї ланки, 4 – шарнір 1-ї ланки, 5 –ланка 1, 6а та 6б – електродвигуни прямого і зворотного руху 2-ї ланки, 7а та 7б –пружні елементи приводів 2-ї ланки, 8 - шарнір 2-ї ланки, 9 – ланка 2, 10а та 10б – пружні елементи приводів 3-ї ланки, 11а та 11б –пружні елементи приводів 3-ї ланки, 12 - шарнір 3-ї ланки, 13 – захватний орган.

Відсутність редуктора, позбавить ці пристрої від зайвого шуму при роботі, а також буде сприяти підвищенню точності функціонування, зменшенню експлуатаційних витрат. Таким електроприводам властива

висока надійність та стійкість до перевантаження (в певних межах). Недоліком являється одностороння дія що вимагає необхідність використання подвійних комплектів для прямого та зворотного руху.

Однією з особливостей даного електроприводу є залежність моменту опору на валу електродвигуна не тільки від навантаження але і від зміни довжини гвинта або кута підйому гвинтової лінії – φ (або кроку – Н). Статичний обертальний момент двигуна враховуючи силову дію від двох стрижнів (для випадку вертикального переміщення вантажу) описується наступним виразом,

$$\pm M_{\text{ДВ}} = FR = \frac{G\cos(\varphi)}{2\sin(\varphi)}R \qquad (1)$$

де G – вага вантажу (навантаження), Н

R – радіус стрижнів, м

При граничних кутах підйому гвинтової лінії (φ =±0,314), тобто при максимальній висоті підйому, обертальній момент двигуна повинен складати,

$$\pm M_{\text{ДВ}} = FR = 1{,}54GR$$

Графік статичного моменту - $M_{\text{ДВ}}$ в залежності від кута підйому гвинтової лінії - φ при $R = 1$ та $G = 1$ наведено на рисунку 2, де вертикальні лінії показують зону обмеження $\pm\left(0 \le \varphi \le \frac{\pi}{10}\right)$.

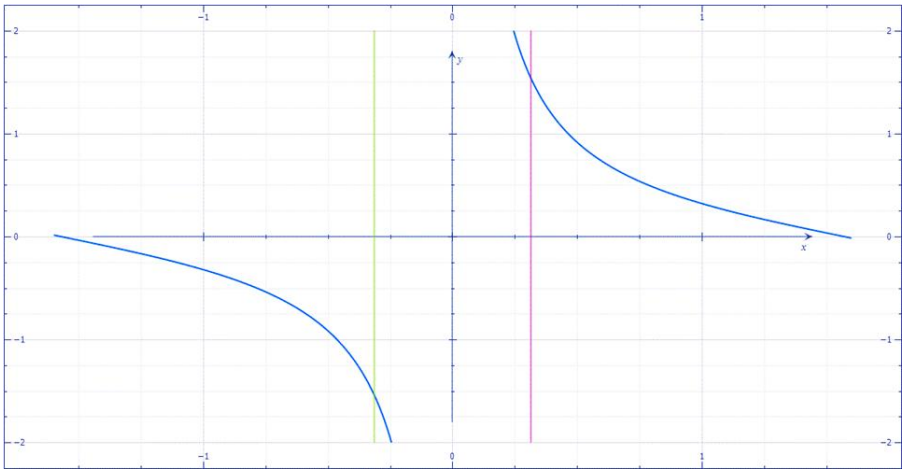


Рис. 2 - Залежність статичного моменту - $M_{\text{ДВ}}$ та кута підйому гвинтової лінії – φ з врахуванням обмеження $H > 2R$

Висновки

1. При закручуванні стрижнів при сталому навантаженні, момент опору зростає, довжина гвинта скорочується і вантаж підіймається. При цьому довжина стрижнів збільшується за рахунок повздовжньої і поперечної деформації. Для компенсації деформацій необхідно додатково збільшувати кут закручування, що призводить до ще більш суттєвих деформацій які можуть вийти за межі пружних. При подальшому закручуванні стрижнів, деформації носять нелінійних характер і в залежності від напружень в матеріалі викликаних дією зовнішніх зусиль можуть призвести до їх руйнування.
2. Актуальною є задача вибору відповідного матеріалу для виконання стрижнів та їх оптимальні характеристики.
3. Даний вид електропривода відноситься до приводів односторонньої дії, тобто для виконання руху в протилежному напрямку необхідно застосовувати другий привод (привод-антагоніст якщо проводити паралель з біологічними аналогами) який може бути менш потужним якщо виконувана робота полягає лише в переміщенні вантажів в гравітаційному полі. Цю властивість можна віднести до недоліків.

Список літератури

1. Юревич Е. И. Основи робототехники. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БВХ Петербург, 2005.-416 с.
2. Опір матеріалів: підручник / В. І. Шваб'юк. — К.: Знання, 2016. — 407 с.

3. Конспект лекций по высшей математике: полный курс/Д. Т. Письменный. - 9-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2009. - 608 с.

4. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.:Энергоиздат, 1981. – 567 с.

5. Орлов А. AutoCAD 2013 (+CD с видеокурсом). — СПб.: Питер, 2013. — 384 с.: ил.

REVIEW AND CLASSIFICATION OF THE MODERN ROV

Chengxi Wu, master

National University of Shipbuilding named by admiral Makarov, Mykolaiv

Unmanned underwater vehicle(UUV), is a diving equipment which takes submarine or surface vessels as a operating platform, and capable of navigating underwater and undertaking underwater target searching, survey, identification and salvage tasks. According to the different contact ways with the water surface support platform, it can be divided into Remote Operated Vehicle (ROV) and Autonomous Underwater Vehicle (AUV). Depending on the purpose of use, it can be divided into operation type and Search type.

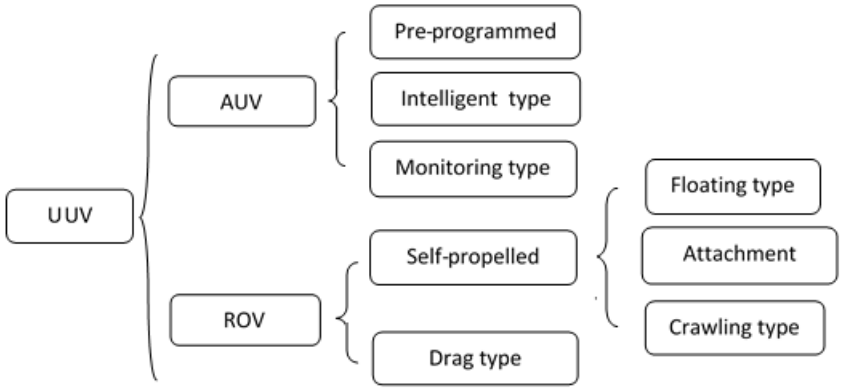


Figure 1. Types of Underwater Robots

Like space rockets to explore space, an underwater robot is an important high-tech device in the field of ocean exploration, development and utilization. Underwater robots involve many disciplines as fluid mechanics, anti-corrosion, mechanical, acoustics, electronic information, optics, guidance and control, navigation, computer science, sensor technology.

ROV can accept relatively large data transmission and longer underwater operating time, because of connected with surface ship through the umbilical cable. It can accept relatively large data transmission and longer underwater operating time, also can support complex operating equipment and large electricity load. To compare with other type of unmanned underwater vehicle, ROV possess flexible, dynamic, high operating depth, strong endurance and environmental adaptability and many other characteristics.

The type of modern ROV system can be divided by size, drive form, power and dive depth.

Table 1. The type of modern ROV

type	capability	power /kW
Small (electric)	Observation (< 300 meters)	Less than (7.4)
Large (electric)	Observation / minor operation (<3000 m)	Less than (14.7)
Extremely deep (electric)	Observation / data acquisition (>3000 m)	Less than (18.4)
Medium (electric / hydraulic)	Slight / moderate intensity operation (<2000 m)	Less than (73.6)
Large (electric / hydraulic)	High strength / large load (< 3000 meters)	Less than (220.7)
Extremely deep (electric / hydraulic)	High strength / large load (> 3000 meters)	Less than (88.3)

Researchers of United States have sealed the camera to the sea bottom, a cable-type underwater robot shape was born in 20th 50s. The world's first real sense of the ROV is developed in the United States in 1960, "CURVE". January of 1966, the United States use "CURVE" in the Atlantic Ocean from the sea recovered from a bomber crash lost hydrogen bomb. Since then people attach importance to ROV technology research.

The Nereus is a novel operational under water vehicle designed to perform scientific survey and sampling to the full depth of the ocean of 11,000 meters—almost twice the depth o fany present-day operational vehicle.

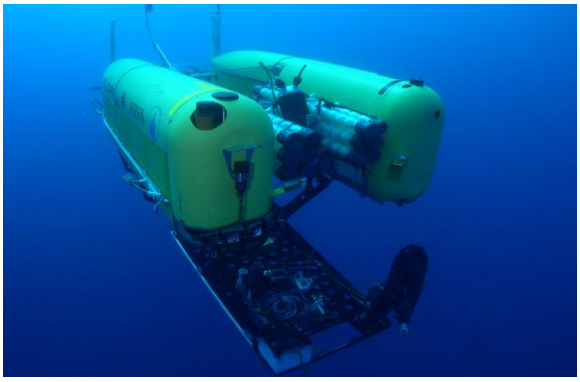


Figure 2. The Nereus

Figure 3. ROV made by Oceaneering

The goal of the Nereus project is to provide the U.S. oceanographic community with the first capable and cost-effective vehicle for routine access to the world's oceans to 11,000 meters.

Oceaneering is the world's largest working class ROV operator, and the most important supplier of oil-gas industry ROV. The company on the one hand is the largest ROV operator, the other hand is the world's largest ROV system manufacturer. The ROV range includes a working system with a rated dive depth of 2,500 m to 3,000 m (8,200 ft - 9,840 ft), millennium work system with a rated dive depth of 4,000 meters (13,120 ft),and rated diving depth of 8000 meters (26,240 feet) of ultra-deep water system.

Divinycell HCP and BTMI synthetic foams (epoxy microbead buoyancy materials) are used on Oceaneering's ROV. Divinycell HCP can be used for a range of 700 meters (2,300 feet) from sea level to underwater and provides very low buoyancy loss and water absorption in long-term load environments. The BTMI Synthetic Foam (Epoxy Microbead Buoyancy Material) has a high unit of buoyancy and can be applied to products of different depth levels up to 10,000 meters (32,800 feet).

In general, ROV control system can be divided into three parts: surface control system, umbilical cable and underwater system.

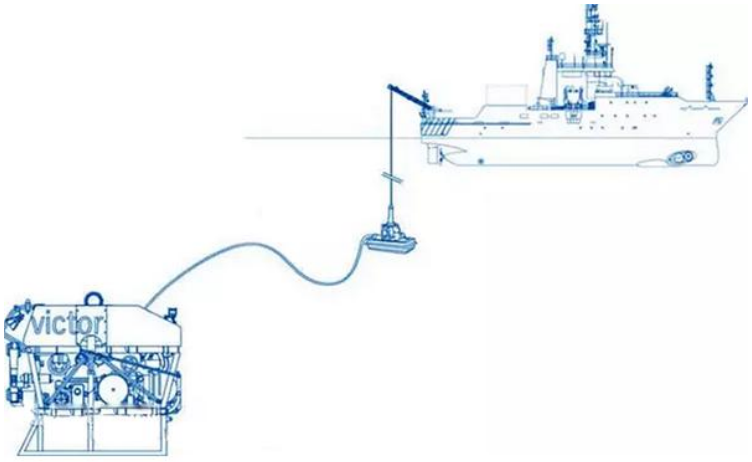


Figure 4. Structure diagram of ROV control system

Surface control system is marching with computer, data converter, power supply, control handle, display screen and other equipment.

ROV's surface control system is located on board, the staff through the computer and display screen can analyze data or observe the environment where robot located, and operating the corresponding operation of the robot.

Figure 5. Surface control system

In order to safely and quickly dispose of underwater robots, there is a need for a hanging system on the hull, consisting mainly of type A and winch.

Figure 6. Hanging system

Through the umbilical cable, the surface console can not only transport power, control signals to the ROV, it also receive the returned information from robot. In shallow water area, a few hundred meters of umbilical cord can be directly from the hull. However,in deep water area, umbilical cable will increase the underwater ROV movement and operation resistance. So relay(Tether Management System,TMS) was being used.

The ROV noumenon includes sealed and pressure-resistant housing, power system, observation and lighting system, sensor, communication system and control system.

Figure 7. Structure diagram of ROV noumenon

According to the movement command issued by the control system, ROV can be advanced in the water forward, floating or dive, traverse, pitching, rolling, horizontal rotation, to achieve six dimensions of movement.

Summary.

1) The modern ROVs are the complex product of marine technology that has a high level of automation.

2) The development of computer methods for their design is an urgent scientific task.

УДК 681.5

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КРОКОВИМИ ДВИГУНАМИ

І.С. Білюк, к.т.н, доцент; Д.Ю. Шарейко, к.т.н, доцент; А.М. Фоменко, доцент НУК; О.В. Савченко
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

У сучасних електромеханічних системах широко використовуються крокові двигуни. Актуальним питанням є створення системи автоматичного керування такими електродвигунами, в якій живлення було б єдине для всіх елементів, точність керування забезпечувалася кварцевим резонатором, а надійність підвищувалася за рахунок модульності конструкції.

Відома система керування кроковими двигунами, що містить печатну плату на якій розташовані мікроконтролер, контрольні кнопки, сигнальні світлодиоди, система транзисторних підсилювачів, захисних диодів, та розьемів зовнішніх підключень [1].

У роботі [2] запропоновано систему керування кроковими двигунами, що містить печатну плату на якій розташовані мікроконтролер, контрольні кнопки, сигнальні світлодіоди, система транзисторних підсилювачів, захисних діодів та роз'ємів зовнішніх підключень. Зовнішнє живлення 5 В та 12 В для мікроконтролера та крокового двигуна замінено на єдине загальне джерело 12 В з використанням кварцового резонатору на вході мікроконтролера, а система транзисторних підсилювачів з'єднаних за схемою спільного емітера, замінена транзисторною збіркою uln2003. Принципова схема такої системи керування представлена на рисунку 1.

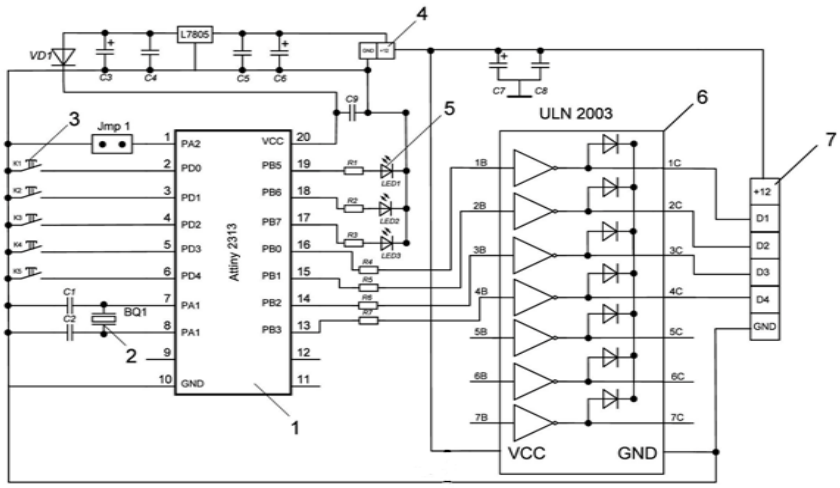


Рисунок 1 - Принципова схема системи керування кроковими двигунами

На схемі зображено: мікроконтролер ATTINI 2313 – 1 з кварцевим резонатором – 2, контрольні кнопки – 3, зовнішні роз'єми живлення – 4, контрольні світлодіоди – 5, транзисторна збірка uln2003 – 6 та підключення крокового двигуна – 7.

При роботі системи керування забезпечується живлення від єдиного джерела 12 В, модульність конструкції, яка дозволяє легко замінювати вийшовший з ладу елемент та перепрограмовувати мікроконтролер. Точність керування забезпечується кварцевим резонатором. Покращення компактності, точності керування, надійності та довговічності системи керування досягається за рахунок модульності конструкції та використання кварцового резонатора.

Запропонована система керування може бути використана у промислових роботах та в інших технічних пристроях електромеханічних систем керування з кроковими двигунами.

Література.

1. http://radioparty.ru/device-avr/482-step-motor-controller-attiny2313
2. Патент на корисну модель №114218. Україна. Опубл 10.03.2017, бюл. № 5

УДК 681.5 : 629.584

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПІДВОДНИМ АПАРАТОМ ЯК АГЕНТОМ ГРУПИ

Блінцов О.В., Алоба Л.Т., Корицький В.І., Сірівчук А.С., Табаков Є.М., Тищенко В.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Одним з актуальних прикладних наукових завдань морської робототехніки є синтез систем автоматичного керування узгодженим рухом групи автономних ненаселених підводних апаратів (АНПА). Особливістю такого руху є необхідність утримання кожним з АНПА безпечної дистанції між сусідніми апаратами у заданому діапазоні, коли мінімальна дистанція між ними не створює загроз аварійного зіткнення (режим адгезії), а максимальна дистанція гарантує збереження групи та не створює загроз «розпорошення», тобто відходу окремого АНПА від групи на дистанцію, коли його сенсори втрачають контакт з сусідніми апаратами (режим когезії).

Метою роботи є експериментальна перевірка правильності роботи програми керування окремим АНПА як агентом групи для режимів когезії й адгезії. Для досягнення цієї мети в роботі вирішено наступні задачі:

- розроблено узагальнену схему морського натурного експерименту узгодженого руху двох АНПА спільним курсом; при цьому у якості досліджуваного АНПА-1 використано прив'язний телекерований підводний апарат у режимі плоского приповерхневого руху, а в якості сусіднього підводного апарата групи АНПА-2 використовується радіокерований катер (РКК) (рис. 1);
- розроблено систему автоматичного керування стабілізованим плоским рухом для АНПА-1, яка за допомогою встановлених на його щоглі поверхневих сенсорів реагує на АНПА-2 та забезпечує функціонування у режимах когезії та адгезії.

АНПА-1 та АНПА-2 отримують сигнали керування від обладнання поста енергетики та керування (ПЕК), до складу якого входять керуючий комп'ютер (КК), кабельна лебідка (КЛ) АНПА-1 та пульт керування радіокерованим катером (ПК РКК). Процес керованого руху розпочинається з завдання оператором вектора сигналів керування АНПА-1 $\vec{u}_{AUV} = v_{ref} \quad \varphi_{ref} \quad h_{ref}$, до якого входять бажані швидкість прямолінійного руху АНПА-1 v_{ref}, курс φ_{ref}, та глибина занурення h_{ref}. Керування АНПА-2 здійснюється в ручному режимі передачею сигналів $\vec{u}_B$ бортовій системі керування (СК) бездротовим каналом зв'язку (БКЗ).

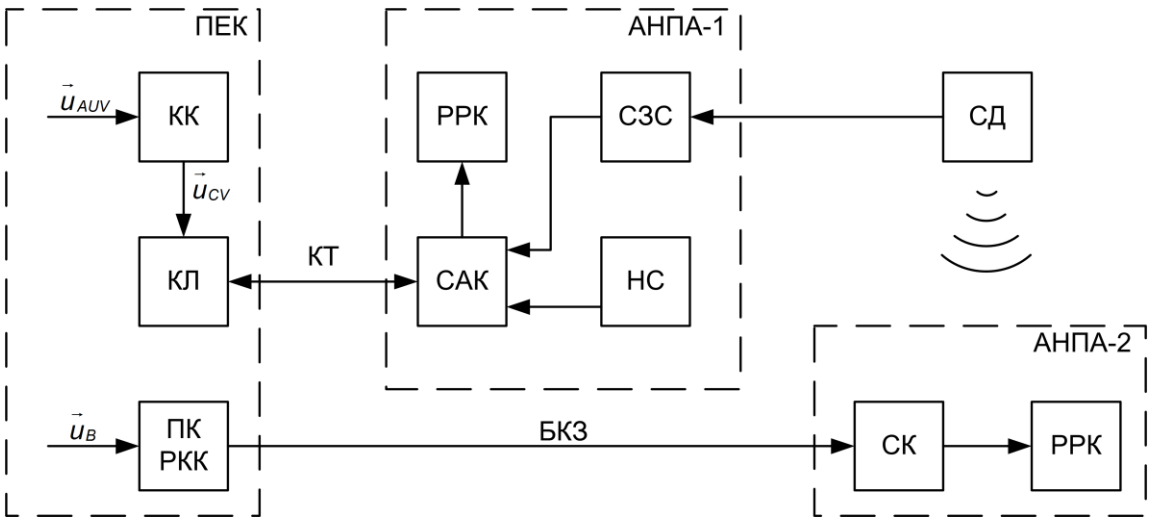


Рис.1. Узагальнена схема морського натурного експерименту узгодженого руху двох АНПА спільним курсом

АНПА-1 та ПЕК зв’язані кабель-тросом (КТ), який забезпечує живлення підводного апарата та інформаційний обмін АНПА-1 з ПЕК. КК, окрім передавання сигналів керування $\vec{u}_{AUV}$ реалізує систему автоматичного керування кабельною лебідкою (САК КЛ). САК КЛ зміною сигналів $\vec{u}_{CV}$ регулює силу натягу та/або довжину випущеної частини КТ таким чином, щоб вплив від натягу КТ на процес керованого руху АНПА-1 був мінімальним. Це забезпечує кращі маневрові характеристики підводного апарата та стабілізує кабельний зв'язок.

До складу АНПА-1 входить типова навігаційна система (НС), яка складається з магнітного компасу, сенсорів нахилу (крен, диферент), кутових швидкостей та глибини занурення. Також до складу НС входить доплерівський лаг, що дозволяє проводити на борті АНПА розрахунок координат місцезнаходження апарата, а також приймач супутникової навігаційної системи та ехолокаційна система.

Інформацію про стан навколишнього середовища АНПА-1 отримує від системи сенсорів зовнішнього середовища (СЗС), до якої входить набір ультразвукових сенсорів дистанції (СД) та мікропроцесорна система, яка за показаннями від усіх сенсорів визначає дистанцію до найближчого об’єкта (перешкоди або іншого апарата). СД розташовуються на щоглі над АНПА-1 таким чином, щоб забезпечити найширшу результуючу діаграму спрямованості системи СЗС при мінімальному впливові на поріг дистанції сенсорів.

Рух АНПА-1 забезпечується рушійно-рульовим комплексом (РРК) на базі електрорушійних пристроїв. РРК отримує сигнали керування від бортової системи автоматичного керування (САК) рухом АНПА-1. САК за сигналами керування $\vec{u}_{AUV}$, а також зворотними зв’язками від НС та СЗС формує керуючі впливи, які забезпечують наступну поведінку АНПА-1.

Якщо СЗС не виявляє АНПА-2 в зоні дії СД, САК АНПА-1 функціонує в режимі стабілізації параметрів руху. Тобто, САК буде намагатись виконати рівність $\vec{y}_{AUV} = \vec{u}_{AUV}$, де вектор $\vec{y}_{AUV} = v \quad \varphi \quad h$ складається з поточних швидкості прямолінійного руху v, курсу φ, та глибини занурення h АНПА-1.

Якщо СЗС виявляє АНПА-2, САК АНПА-1 має перейти до режиму групового руху, який може розвиватись за одним з наступних сценаріїв:

– якщо АНПА-2 рухається в робочій зоні АНПА-1, але відстань до нього більша за заздалегідь обрану межу L_C, підводний апарат має реалізовувати режим когезії, тобто наближення до виявленого об’єкту;

– якщо АНПА-2 наближається до АНПА-1 на відстань, меншу за заздалегідь обрану межу L_A, АНПА-1 має віддалятись від об’єкта для запобігання зіткнення з ним.

САК груповим рухом АНПА пропонується реалізувати на базі регуляторів із застосуванням принципів теорії нечітких множин. Такий підхід знизить чутливість САК до шумів зворотних зв’язків та нелінійностей АНПА як об’єкта керування.

Експеримент з перевірки правильності роботи САК груповим рухом АНПА пропонується виконувати за наступним алгоритмом:

1) Оператор задає вектор $\vec{y}_{AUV}$, вмикає САК АНПА-1 та дочікується завершення перехідного процесу.

2) В процесі керованого руху АНПА-1 оператор за допомогою ПК РКК керує рухом АНПА-2, створюючи умови для перевірки адекватності функціонування режимів адгезії та когезії.

3) Дані, накопичені в ході проведення експерименту зберігаються до КК, після чого проводиться аналіз якості процесів керування рухом АНПА-1 та коригування налаштувань регуляторів САК.

4) Пп. 1-3 алгоритму повторюються до моменту досягнення бажаної якості перехідних процесів та процесів керування груповим рухом.

Висновок

Запропоновано структурну схему системи автоматичного керування рухом автономного ненаселеного підводного апарата як агента групи. Система автоматичного керування забезпечує стабілізацію швидкості прямолінійного руху, курсу та глибини занурення АНПА, а також реалізує алгоритми адгезії та когезії для забезпечення узгодженого руху двох АНПА.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ПОСТА ЕНЕРГЕТИКИ ТА КЕРУВАННЯ ВАНТАЖНОГО САМОХІДНОГО ПІДВОДНОГО НОСІЯ

Войтасик А.М. викладач
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

Актуальність. Стрімкий розвиток сучасних підводних будівельних та військових технологій ставить на порядок денний актуальне науково-практичне завдання створення відповідних засобів підводної робототехніки для доставки та установки на морське дно корисних вантажів.

Значущими розробками в цій сфері займається науково-дослідний інститут підводної техніки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК ім. адм. Макарова). Серед останніх досягнень в цьому напрямку було створення в 2016 році діючого макету вантажного самохідного підводного носія (ВСПН) [1].

Мета. Розробка та виготовлення мобільного поста енергетики та керування вантажного самохідного підводного носія.

Основний матеріал. На цей час в стінах НУК ім. адм. Макарова існує достатньо велика кількість підводних апаратів найрізноманітнішого призначення. Найбільш сучасні зразки об'єднують передачу енергетичної та інформаційної складових за допомогою лише силових жил кабель-тросу (КТ). Представником такої морської робототехніки і є діючий макет ВСПН призначений для транспортування корисних вантажів на морське дно та їхнє зворотне повернення.

В якості електрорушійних пристроїв, на діючому макеті ВСПН, розміщено вісім електродвигунів підводного виконання необхідних для маневрування в горизонтальній та вертикальній площині. Керування рушійно-рульовим комплексом виконується за допомогою частотних регуляторів. Три цифрові відеокамери з великою розподільчою здатністю надають візуальну інформацію в процесі керування діючим макетом ВСПН під водою та інформацію про поточний стан відділень для корисного ватажу під час виконання розгортання та згортання корисного вантажу на морському дні [2].

Пост енергетики та керування (ПЕК) ВСПН є невід'ємною складовою прив'язної підводної системи, що має забезпечувати ефективне та якісне керування підводним носієм [3].

Узагальнена структура ПЕК з прив'язним ВСПН зображено на рис. 1.

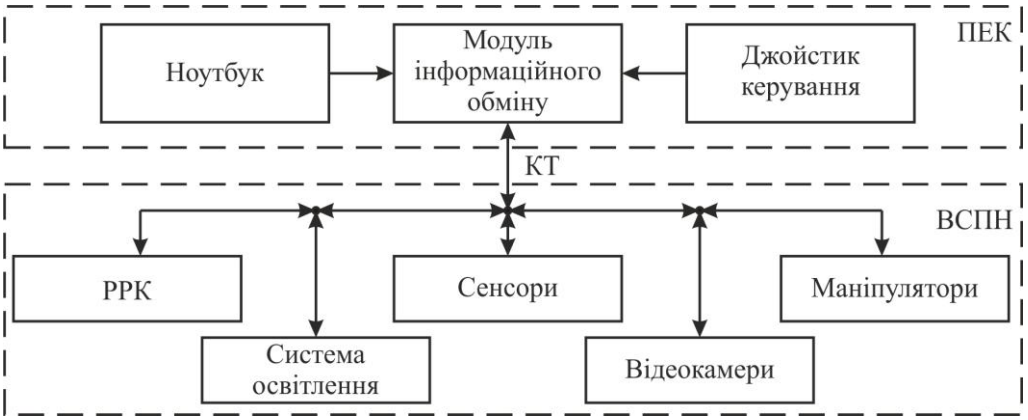


Рис. 1. Узагальнена структура ПЕК з прив'язним ВСПН

В якості пристрою відображення інформації, збереження відеоданих та обробки даних телеметрії застосовується ноутбук. Модулем інформаційного обміну слугують *powerline* адаптери. В ролі органу керування ВСПН використовується джойстик.

Зовнішній вигляд розробленого зразка ПЕК ВСПН за наведеною структурою представлено на рис. 2.

а ***б***

Рис. 2. Зовнішній вигляд ПЕК ВСПН:
а) – транспортне положення; ***б)*** – робоче положення

Основні технічні характеристики ПЕК ВСПН наведені у вигляді табл. 1.

Табл. 1. Основні технічні характеристики ПЕК ВСПН

№ п/п	Найменування параметра	Значення
1	Напруга живлення, В	220
2	Частота мережі, Гц	50
3	Максимальна потужність, кВт	3,5
4	Максимальний струм, А	16
5	Допустима довжина КТ, м	не більше 600
6	Захист в транспортному/робочому положенні	IP67/IP20
7	Габаритні розміри, мм	550x350x210
8	Маса виробу, кг	8

Тестування виробу було перевірено спільно з діючим робочим макетом ВСПН. Під час тестування розробки дефектів та відмов при роботі з ВСПН не виявлено.

Висновок. Представлено зовнішній вигляд розробленого поста енергетики та керування вантажним самохідним підводним носієм та наведені основні технічні характеристики виробу. Пост енергетики та керування в повній мірі здатен забезпечити контроль працездатності вантажного самохідного підводного носія на всіх режимах роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Блінцов, В.С.** Створення підводного апарата-робота транспортно-вантажного типу [Текст] / В.С. Блінцов, А.М. Войтасик // Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах: Збірник тез доповідей 16 науково-технічної конференції / ДНВЦ ЗС України. – Чернігів: Брагинець О.В., 2016. – С. 50 – 51.

2. **Блінцов, В.С.** Підводна роботизована технологія установки корисного вантажу на морське дно [Текст] / В.С. Блінцов, А.М. Войтасик // Міжнародний науково-виробничий журнал «Підводні технології. Промислова та цивільна інженерія». – К.: КНУБА №4, 2016. – С. 50 – 59.

3. **Блінцов, О.В.** Пост керування прив'язним підводним апаратом-роботом [Текст] / О.В. Блінцов, В.І. Корицький // Підводна техніка і технологія: Матеріали III всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: 2013. – С. 57 – 59.

УДК 629.58

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РУХОМ САМОХІДНОГО ПРИВ'ЯЗНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА ПРОЕКТУ "ГІДРОГРАФ"

В.І. Корицький, викладач,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Системи на базі самохідних прив'язних підводних апаратів (СППА) використовуються для виконання широкого спектру підводних робіт: пошуку затонулих об'єктів, обстеження суден та гідротехнічних споруд, спорудження та ремонту підводних трубопроводів тощо [1]. В процесі керованого руху СППА зазнає впливу невизначених зовнішніх збурень (натяг кабель-тросу, знос течією). А динаміка руху підводного апарата виражається системою нелінійних диференційних рівнянь. Наведені особливості роблять процес ручного керування прив'язними підводними апаратами трудомістким. Отже, актуальною є задача автоматизації керування рухом самохідних прив'язних підводних апаратів.

Метою даної роботи є розробка автоматизованої системи керування рухом (АСКР) самохідного прив'язного підводного апарата проекту «Гідрограф». Система має забезпечувати прямолінійний рух підводного апарата з дотриманням значення кута курсу, яке задано оператором. В даній роботі пропонується АСКР СППА проекту «Гідрограф» реалізувати за структурною схемою, яку зображено на рис. 1.

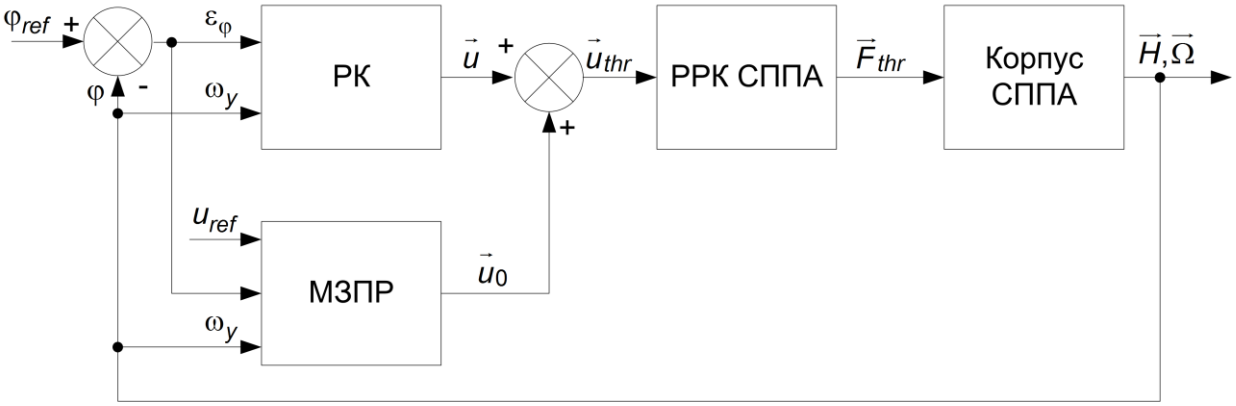


Рис. 1. Структурна схема АСКР СППА проекту «Гідрограф»

Регулятор курсу (РК) за відхиленням ε_φ від заданого курсу φ_{ref} та швидкістю обертання корпусу СППА навколо вертикальної осі ω_y формує сигнали керування рушійно-рульовим комплексом (РРК) підводного апарата ($\vec{u}$). Сигнал керування РРК $\vec{u}$ разом з сигналом керування прямолінійним рухом $\vec{u}_0$ формують сигнал $\vec{u}_{thr}$, за яким РРК забезпечує зусилля $\vec{F}_{thr}$. Прикладення даних зусиль спричинює керований рух корпусу СППА, який призводить до зміни векторів просторової орієнтації $\vec{H}$ та кутових швидкостей $\vec{\Omega}$ підводного апарата. РК пропонується організувати на базі нечіткого регулятора типу Мамдані з дефазифікацією за методом центру ваги [2]. Фазифікацію зворотних зв'язків та дефазифікацію сигналу керування виконано з використанням наступних лінгвістичних термів: великий від'ємний (ВВ), середній від'ємний (СВ), малий від'ємний (МВ), нуль (Н), малий додатний (МД), середній додатний (СД), великий додатний (ВД).

Базу правил РК представлено в табл. 1. В базі правил представлено керуючі впливи для лівого маршового рушійного пристрою СППА (u_l). Сигнал керування правим маршовим рушійним пристроєм отримується за залежністю $u_r = - u_l$.

Табл. 1. База правил регулятора курсу СППА проекту «Гідрограф»

ε_φ / ω_y	ВВ	СВ	МВ	Н	МД	СД	ВД
ВВ	ВД	МД	МВ	ВВ	ВВ	ВВ	ВВ
СВ	ВД	МД	Н	СВ	ВВ	ВВ	ВВ
МВ	ВД	СД	МД	МВ	СВ	ВВ	ВВ
Н	ВД	СД	МД	Н	МВ	СВ	ВВ
МД	ВД	ВД	СД	МД	МВ	СВ	ВВ
СД	ВД	ВД	ВД	СД	Н	МВ	ВВ
ВД	ВД	ВД	ВД	ВД	МД	МВ	ВВ

По завершенні перехідного процесу прямолінійний рух СППА забезпечується модулем забезпечення прямолінійного руху (МЗПР) за наступною залежністю:

$$u_0 = \frac{u_{ref}}{1 + \max\left|\varepsilon_\varphi\right|, \left|\omega_y\right|},$$

де u_0 – сигнал керування, який забезпечує прямолінійний рух СППА;
u_{ref} – завдання сигналу керування прямолінійним рухом підводного апарата.
В доповіді більш детально розглянуто питання синтезу та налаштування регулятора курсу, а також перевірки його працездатності.

Список літератури:

1. **Christ, R., Wernli, R. L.** The ROV Manual: A User Guide for Observation Class Remotely Operated Vehicles. – Elsevier, 2014. – 679 p.
2. **Блінцов, О. В., Надточій, В.А.** Автоматизація керування одноланковими самохідними прив'язними підводними системами : навч. посібник. – Миколаїв : НУК, 2014. – 124 с.

УДК 629.5

РОЗРОБКА РЕГУЛЯТОРІВ РУХУ АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА З РАДІОБУЄМ

Сірівчук А. С.,
м. Миколаїв, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

В наш час найбільш перспективними інструментами дослідження підводної обстановки є підводні апарати. У мілководних прибережних зонах пропонується використовувати автономний підводний апарат з оперативним керуванням через радіобуй зв'язку (АПА-РБ), який буксирується підводним апаратом за допомогою кабель-буксиру (КБ)[1].

На керування рухом АПА-РБ в значній мірі впливає якісний контроль витравленою частиною КБ. Особливістю блоку керування лебідкою є те що обидва кінці кабелю рухаються в просторі, при цьому сила натягу КБ в значній мірі впливає, як на АПА так і на РБ, на відмінно від буксируванням за допомогою судна носія.

Для регулювання довжини витравленої частини КБ необхідно опиратися на глибину занурення апарата (H_0) та на швидкість набігаю чого потоку $v_{ккб}$(рис. 1). Для зменшення сили натягу КБ при вертикальному русі АПА система працює на передбачення висоти між АПА та РБ опираючись на швидкість занурення апарата v_{y0} та прискорення радіобуя $a_{рб}$.

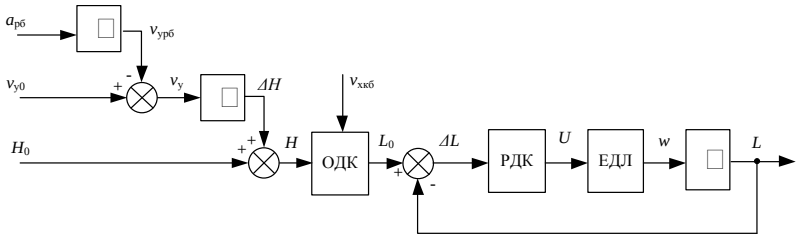


Рисунок 1 – Структура блоку керування лебідки

Знаючи диферент радіобую можна визначити напрям його вертикального руху при находжені його на хвилі, для цього використовується блок компенсації хвильових збурень, що розраховує швидкість піднімання або спадання РБ на хвилі. Після інтегрування вертикальних складових руху АПА і РБ ми знаходимо похибку визначення висоти між АПА і РБ ΔH.

Виходячи з висоти H та швидкості набігаючого потоку $v_{ккб}$ в блоку визначення оптимальної довжини КБ (ОДК). Вибір оптимальної довжини обирається відповідно до табличної бази даних та використання критерію подібності.

За допомогою регулятору довжини КБ (РДК) визначається сигнал керування для електродвигуна лебідки КБ (ЕДЛ).

Довжина витравленого КБ визначається фактично за формулою:

$$L = R\int w\,dt$$

де *R* – радіус барабана[2].

В якості вхідних параметрів БКР приймає вектор поступального руху $\overline{V}_0$ та курс φ_0 АПА та перетворює їх на необхідну величину напруги на кожен двигун рушійно-рульового комплексу (РРК). Структура даного блоку представлена на рисунку 2.

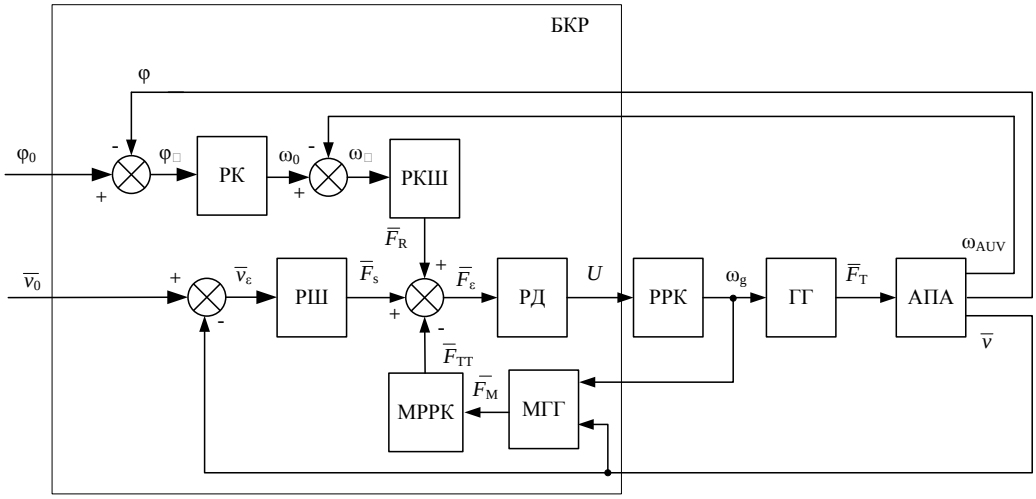


Рисунок 2 – Структура блоку керування рухом

Для керування поступальною швидкістю забезпечується регулятором швидкості (РШ), для якого вхідним сигналом є похибка ($\overline{V}_\varepsilon$) заданої ($\overline{V}_0$) та реальної ($\overline{V}$) швидкості апарата. РШ по заданій похибці розраховує необхідний вектор сили для компенсації даної похибки $\overline{F}_s$.

Для зменшення часу та перерегулювання перехідного процесу ефективно забезпечити керування не тільки від похибки курсу φ_ε, а й з відстеженням його кутової швидкості *ω AUV*. Для визначення необхідної кутової швидкості ω_0 в залежності від похибки використовується регулятор курсу (РК). Для перетворення похибки кутової швидкості ω_ε в вектор упору різності маршових двигунів $\overline{F}_R$ використовується регулятор кутової швидкості (РКШ).

Регулятор двигунів (РД) в свою чергу відповідає за керування кожним двигуном в залежності від різниці сил $\overline{F}_\varepsilon$ які повинен розвити РРК. Вихідним значенням даного блоку є напруга кожного двигуна АПА U.

Для забезпечення більш швидкодіючого керування використовується зворотній зв‘язок не тільки від основних параметрів руху АПА (вектор швидкості руху $\overline{V}$, курс φ, кутова швидкість *ω AUV*), а й по швидкості обертання рушіїв ω_g. За допомогою математичної моделі гребного гвинта (МГГ) визначається вектор $\overline{F}_s$ упору гребного гвинта. Блок математичної моделі РРК (МРРК) визначає головний діючий вектор упору $\overline{F}_{TT}$, за допомогою якого більш швидко РРК реагує на сигнали керування.

Перелік літератури:

1. Костенко, В.В. Расширение функциональных возможностей АНПА при работе на мелководье / В.В. Костенко, О.Ю. Львов, И.Г. Мокеева// 5-я Всероссийская научно-техническая конференция "Технические проблемы освоения Мирового океана". – 2013. – с 49–55- Режим доступу: http://www.imtp.febras.ru/images/stories/konf/tpomo-5-30-sentjabrja-4-oktjabrja-2013/pdf/sekcija1.pdf

2. Павлов, Г.В. Синтез системи автоматичного керування лебідкою кабель-троса самохідної прив’язної підводної системи [Текст]/ Г.В. Павлов, О.В. Блінцов// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 4/2008 (51). – Частина 2. – С. 97-99.

УДК 621.865.8

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАНІПУЛЯЦІЙНОГО РОБОТА

Васильєв О.Г., к.т.н., доцент, Мороз М.М., студентка гр.6371
Національний Університет Кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

У наш час однією з основних задач розвитку економіки країни є інтенсифікація виробництва, технічне переоснащення промислових підприємств на нове високопродуктивне технологічне обладнання. Цей процес пов'язаний з комплексною автоматизацією виробництва на базі використання обчислювальної техніки й робототехніки.

Основними компонентами робота (рисунок 1) є маніпуляційний механізм і автоматична система керування, що містить, як правило, мікроЕОМ або комплекс мікропроцесорів, а в ряді випадків і сенсорні пристрої (засоби очувствления). Маніпулятор робота складається з ланок, з'єднаних рухливими кінематичними парами (обертальними й поступальними). Останні рухаються по певній програмі за допомогою керованих приводів.

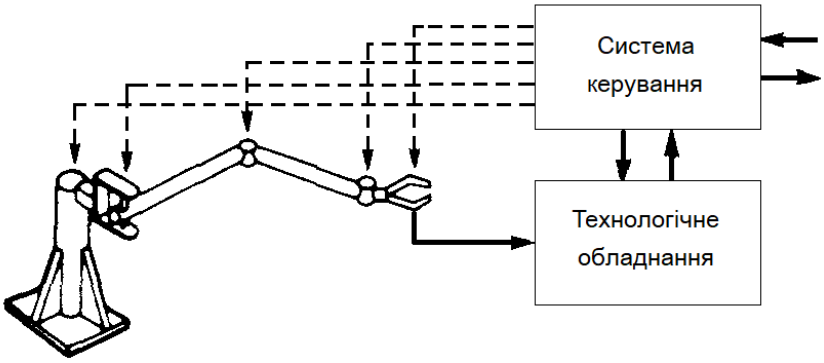


Рисунок. 1 - Схема промислового робота

У загальному випадку рука робота-маніпулятора рухається в одному із двох можливих режимів:

- переміщення робочого органу по заданих позиціях;
- переміщення робочого органу по заданій траєкторії.

Рух робочого органу по траєкторії характеризується тим, що траєкторія задається великою кількістю позицій і чим позицій більше, тим більш точно робочий орган відслідковує дану траєкторію. Для досягнення будь-якої точки в межах робочого простору досить трьох модулів. Тому в роботі розглянуті двомірні математичні моделі руху руки робота-маніпулятора для двох різних кінематичних схем: поступального й обертального модулів у двох режимах роботи – позиційного руху й руху по траєкторії руки робота маніпулятора.

У результаті дослідження руху маніпуляційного робота розроблена програма, що моделює його рух і також демонструє рух руки маніпулятора на екрані ЕОМ з початкового положення в цільову точку; рух руки маніпулятора по траєкторії, заданій деякою кількістю точок; рух руки маніпулятора з початкового положення в цільову точку з урахуванням обмежень на координати руху.

Досягнення кожної точки відбувається в кожному випадку мінімальною необхідною кількістю ланок і, як наслідок, з максимальною швидкодією.

Дана програма може бути використана в навчальному процесі, як демонстраційна й для перевірки різних випадків взаємоположення маніпулятора, перешкод і цільової точки.

Література

1. Кондратенко Ю.П. Адаптивное управление робототехническим объектами на тактическом уровне / Ю.П. Кондратенко // Адаптивное обучение и планирование поведения роботов: сб. научн. тр. – Николаев: НТО. - 1980.– с.51-56.
2. Кондратенко Ю.П. Иерархическая структура адаптивных систем управления роботов и особенности взаимодействия управляющих уровней / Ю.П. Кондратенко // Синтез и проектирование многоуровневых систем управления: сб. научн. тр: Часть 2. Барнаул. Изд. АГУ, 1982. - с. 132-133.
3. Малышев В.А. Алгоритмы построения программных движений манипуляторов с учетом конструктивных ограничений и препятствий / В.А. Малышев, А.В.Тимофеев // Техническая кибернетика, 1978, Изд. АН СССР, №6. - с. 64-72.
4. Адаптивный подход к проектированию манипуляторов / А.Н.Ткаченко, Ю.П. Кондратенко, А.П. Гуров // - В кн. Применение методов оптимизации теории машин и механизмов. - М.: Наука, 1979. - с. 110-118.

УДК 621

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СПІКАННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОРОШКІВ У НАДВИСОКОЧАСТОТНОМУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ.

Колесник І. А.

У зв'язку з швидким науково-технічним прогресом існує велика потреба у створенні матеріалів, які мають кращі фізико-механічні властивості в порівнянні з існуючими. Основною метою для отримання даних матеріалів є зниження швидкості рекристалізаційного процесу. Для виконання цієї умови потрібно зменшити температуру і тривалість спікання. Найефективнішою технологією у цьому питанні є спікання металевих порошків у високочастотних та надвисокочастотних полях [1]. Процес спікання порошкових матеріалів складається з двох стадій: утворення металевих містків між порошинками та подальше розчинення пор. Розглянемо кожну з цих стадій:

1 стадія. Припікання порошинок одна до одної.

При високій температурі під дією тиску, обумовленого кривизною поверхні [2], в області контакту починає утворюватися міст, який з часом спікання виростає до розмірів, достатніх для злиття двох порошинок в одну. Термодинамічна доцільність перенесення речовини в область контактного перешийка, обумовлена тим, що злиття двох частинок в одну супроводжується зменшенням загальної поверхні системи і, отже, її поверхневої енергії. Так як поблизу контактного перешийку концентрація вакансій більша ніж в інших місцях порошинок, атоми речовини мігрують у контактну область[2]. В результаті виникають напруги, для компенсації яких вакансії мігрують в холодну частину зразка. Таким чином, відбувається термодифузійне припікання порошинок одна до одної.

2 стадія. Активація розчинення пор по термодифузійному механізму при НВЧ впливі. На другій стадії термічного спікання рушійною силою є зменшення поверхневої енергії зразка за рахунок зменшення внутрішньої поверхні системи при розчиненні пор. У доповненні до цього механізму при НВЧ спіканні реалізується термодифузійний механізм. Відповідно термодифузійному механізму, щільності потоків термодифузії в пору (J_d) і в обсяг зерна ($J_з$) маємо наступні формули:

$$J_d = \frac{2W_{по}R_з^2 D_i n_i Q}{9kT^2 c_\upsilon a_г \delta}, \quad (1)$$

$$J_з = \frac{2W_{по}R_з^2 D_i n_i Q}{9kT^2 c_\upsilon a_з \delta}, \quad (2)$$

де $W_{по}$ - потужність діелектричних втрат в області навколо пори [3], Q -теплота переносу, Di - коефіцієнт дифузії, n_i - концентрація вакансій, δ - товщина межзеренної області, T - температура спікання, c_υ - теплоємкість матеріалу, $a_г$ і $a_з$ - коефіцієнти температуропровідності газу в порі і зерна. Перенесення тепла в газі в багато разів гірше, ніж в будь-якому твердому тілі. Тому стосовно розглянутої моделі маємо $a_г << a_з$. Отже, з формул (1, 2) слідує, що потік речовини в пору (J_d) набагато перевищує зустрічний потік ($J_з$), що буде забезпечувати інтенсивне заростання пори.

Запишемо умову заліковування пори у вигляді:

$$J_d S_d t_{нвч} = V_d N, \quad (3)$$

де S_d , V_d - площа поверхні і об'єм пори, $t_{нвч}$ - час опромінення.

Зі співвідношення (3), за умови $N \approx n_i$, слідує:

$$t_{нвч} = \frac{6c_\upsilon a \delta R_d kT^2}{D_i W_{по} Q R_з^2 t_0}, \quad (4)$$

де a - теплопровідність [4].

Час термічного розчинення пори [2] визначається наступним чином:

$$t_T = \frac{R_d^3 kT}{6D_i \alpha \Omega}, \quad (5)$$

де α - поверхнева енергія, Ω - об'єм атома.

Ефективність заліковування пори в НВЧ полі знаходиться зі співвідношення:

$$\frac{t_T}{t_{нвч}} = \frac{R_d^2 R_з^2 W_{по} Q}{36\alpha\Omega c_\upsilon a\partial T}. \qquad (6)$$

Розрахунки показали, що $\frac{t_T}{t_{нвч}} \approx 100$. Можна зробити висновок, що НВЧ розчинення пор представляється ефективним технологічним прийомом зменшення пористості, що веде до покращення властивостей отримуваного матеріалу.

Висновок

Запропоновано фізичну модель процесу спікання і модифікування металевих порошків під дією потужних високочастотних і надвисокочастотних полів. Основу моделі складає термодифузійний механізм прискорення масопереносу в порошкових заготівках при їх опроміненні НВЧ випромінюванням. Показано, що надвисокочастотні електромагнітні поля є ефективним засобом активованого спікання металевих матеріалів, що забезпечує значне зниження температури спікання і поліпшення властивостей металевих структур.

Список використаної літератури

1. Лібенсон М.Н., Яковлєв Є.Б., Шандибін Г.Д. Взаємодія лазерного випромінювання з речовиною (силова оптика). Частина II. Лазерний нагрів і руйнування матеріалів. Навчальний посібник. Під загальною редакцією В.П. Вейко - СПб: НДУ ІТМО, 2014. -181с.

2. Гегузін Я.Е. Фізика спікання. - М .: Наука, 1967. - 360 с.

3. Ликов А. В. Теорія теплопровідності. - М .: Вища школа, 1967. - 599 с.

4. Чеботін В.Н. Фізична хімія твердого тіла. - М .: Хімія, 1982. - 320 с.

УДК 621.3.013: 004.942

МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ ТРЕУГОЛЬНОЙ СЕТКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Рябенький В.М. , д-р техн. наук, проф., Чудайкин И.И., канд. техн. наук, доцент, Таргунакова Ю.Д., асп.

Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова, г. Николаев

Одним из наиболее сложных этапов создания дискретной модели в компьютерном моделировании является построение расчетной сетки. Для решения задач модифицированным методом граничных элементов (ММГЭ) [1, 2] требуется получить поверхностную треугольную сетку.

Существует два основных подхода к построению треугольных сеток – методы, основанные на триангуляции Делоне, и алгоритм продвигаемого фронта [3]. Использование триангуляции Делоне не гарантирует совпадение следа сетки на границе с заданной поверхностной триангуляцией. Для исправления сетки предлагают несколько методик: локальные перестроения сеток, измельчение сеток, накладывание ограничений на свойства триангуляции Делоне. Метод продвигаемого фронта, напротив, сохраняет след сетки на границе области, однако может столкнуться с проблемами внутри области.

Приводится краткий обзор некоторых методов построения поверхностных триангуляций, а также выбран оптимальный алгоритм построения сетки, благодаря которому получены более точные результаты расчета ММГЭ.

Все рассмотренные алгоритмы реализованы с помощью программного комплекса Gmsh. Этот пакет свободно доступен для использования.

Gmsh это автоматический генератор сеток для двумерных и трехмерных областей, имеющий легкий и простой в обращении графический интерфейс. Gmsh состоит из четырех модулей: модуля геометрии, генератора сеток, решателя и модуля постпроцессинга.

В настоящее время, для генерации сеток Gmsh использует следующие алгоритмы: 1. MeshAdapt — собственный метод Gmsh, основанный на локальной модификации сетки. MeshAdapt использует замену, расщепление и деформацию ребер (длинные ребра делятся, короткие деформируются, ребра меняются местами, если получается лучшая геометрическая конфигурация); 2. Delaunay (триангуляция Делоне) — метод, основанный на критерии Делоне; 3. Frontal — метод, основан на фронтальных алгоритмах построения сетки.

Для сложных кривых поверхностей руководство Gmsh [4] рекомендует использовать MeshAdapt алгоритм. Когда важно высокое качество элемента лучше использовать алгоритм продвигаемого фронта. Для

построения больших поверхностных сеток является более оптимальным алгоритм, основанный на триангуляции Делоне.

Для решения задач ММГЭ с помощью алгоритма продвигаемого фронта была получена первоначальная поверхностная триангуляция. После этого, к полученной сетке была применена пост-оптимизация, которая позволяет значительно улучшить равномерность ее и исправить определенные нерегулярности. Критерий равномерности при этом может быть иным, чем при начальной триангуляции. Для еще большего сглаживания треугольной сетки и получения практически равносторонних треугольников был применен Lloyd алгоритм. В отличии от других методов сглаживания, например, как сглаживание Лапласа (при котором вершины сетки перемещаются в среднее положение своих соседей), алгоритм Ллойда может изменить топологию сети, что вызывает приведение к почти равносторонним элементам и избежать проблем с перепутыванием, которые могут возникнуть при использовании сглаживания Лапласа. На рис. 1 и рис. 2 приведены результаты построения сетки:

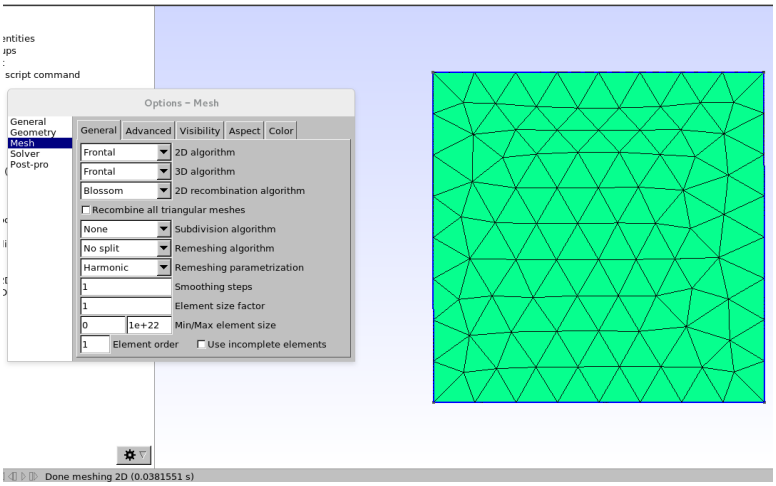


Рис. 1 Сетка полученная с помощью алгоритма продвигаемого фронта

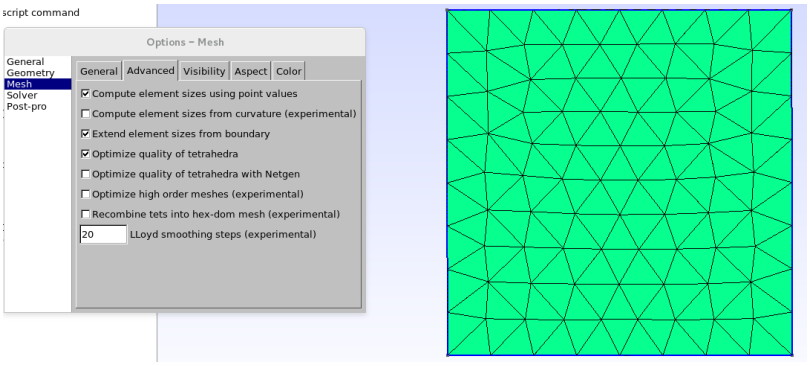


Рис. 2 Сетка полученная с помощью алгоритма продвигаемого фронта, к которой была применена процедура сглаживания Ллойда

Литература:

1. Рябенький В.М. Модифікований метод граничних елементів та алгоритм розв'язання задач обчислення індукованого магнітного поля тонкостінних конструкцій в тривимірному просторі / Чудайкін І.І., Таргунакова Ю.Д.// «Інформаційні технологій та комп'ютерне моделювання», м. Івано-Франківськ, 2017 р. — С. 403–409
2. Рябенький В.М. Современное состояние проблемы численного моделирования магнитного поля тонкостенных конструкций/ Таргунакова Ю.Д. // «Сучасні проблеми автоматики та електротехніки – 2017», НУК ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, 2017 р. — http://conference.nuos.edu.ua/catalog/conferenceDetail;jsessionid=1837716dbe780fd47f04fd73bbdf?conferenceId=38603.
3. Данилов А.А. Способы построения трехмерных поверхностных тиангуляций и тетраэдальных сеток / «Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург, 2010 г. — https://elibrary.ru/item.asp?id=13033014
4. http://gmsh.info/doc/texinfo/gmsh.html

УДК 681.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕМ РОТОРА С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Хлопенко Н.Я., Хлопенко И.Н.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

В работе [1] предложена методика синтеза и построена структура робастного регулятора потокосцепления ротора. Эта структура состоит из пропорциональных и интегрирующих звеньев. Для создания такого регулятора, как правило, используются операционные усилители [2] с параметрами содержащихся в них элементов (резисторов, конденсаторов), отличающимися от расчетных значений. Это отличие обусловлено округлением расчетных параметров до стандартных величин. Кроме того, они, также как и неопределенные параметры объекта, изменяются в процессе эксплуатации. Изменение параметров регулятора и объекта может привести к ухудшению качества управления. Во избежание этого представляется актуальным уже на стадии проектирования оценивать установившееся потокосцепление с заданной точностью.

Целью работы является проектирование системы робастного управления потокосцеплением ротора с заданной точностью.

Проектирование осуществлялось в два этапа. На первом этапе по методике [1] рассчитывалась структура робастного регулятора. На втором этапе в среде пакета Robust Control Toolbox [2] строились кривые переходных процессов потокосцепления при различных вариациях случайно подобранных по методу Монте-Карло неопределенных параметров. Расчеты прекращались, когда на установившемся режиме работы системы они не выходили за границы 3-х процентной “трубки” номинальной кривой переходного процесса.

Таким образом, построена методика расчета и проектирования робастной системы управления потокосцеплением ротора с заданной точностью.

Список ссылок

1. Хлопенко Н.Я., Хлопенко И.Н. Структурный синтез стабилизирующего робастного регулятора потокосцепления ротора // Електротехніка і електромеханіка. – 2017. – № 1. – С.21-25. **doi: 10.20998/2074-272X/2017.1.04.**
2. Важелин В.Г., Марков Ю.В., Лесная Л.Л. Аналоговые устройства на операционных усилителях: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 107 с.
3. Balas G., Chiang R., Packard A., Safonov M. Robust Control Toolbox. User’s Guide. Version 3, 2006. – 655 p .– Режим доступа: www.mathworks.com.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ САМОХОДНЫМИ ПРИВЯЗНЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ В УСЛОВИЯХ СЖАТОЙ ПОДВОДНОЙ НАВИГАЦИИ

Саржан Д. А., Дунаевский Д. Ф.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Цель работы. Особенности управления подводными привязными аппаратами в условиях стисненной навигации. В частности рассматриваются особенности применения однозвенных и двухзвенных аппаратов.

Обработка результатов.
Классификация навигационных сложностей. К навигационным сложностям, учитывая специфику привязного подводного аппарата можно отнести следующие:

1) особенности рельефа дна;
2) ограниченная видимость (100-150м);
3) антропогенные факторы (всевозможные объекты созданные человеком);
4) «нити», которые не в состоянии зафиксировать видеокамеры (тросы, кабеля, а также якорь-цепь судна за которую может запутаться кабель-трос подводного аппарата).

Для максимально безопасной работы привязного подводного аппарата необходимо учесть выше перечисленные факторы. Поэтому для эффективной работы автоматизированной подводной привязной системы под водой оператору нужна 3D модель рельефа дна. Необходимо знать модель навигационной обстановки .

Модель навигационной обстановки. В рабочей зоне должно быть несколько фаз обследования.

Они состоят из двух частей:

1) фаза до разведки;
2) динамическая разведка.

До разведка в свою очередь делится на 2 части:

1) Гидроаккуститеческая;
2) Картографическая.

Динамическая разведка, которая учитывает состояние поверхности на текущий момент времени, а не те данные, которые уже не являются достоверно действительными, а лишь примерно схематическими.

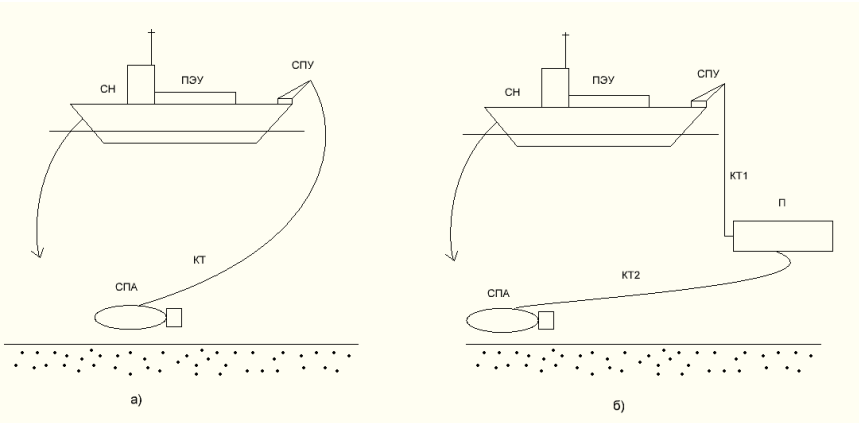
Гидроаккустическая разведка состоит в том, чтобы опустить на дно на тонких нитях круговые локаторы, а также видеокамеры, которые дают возможность обследовать обстановку в радиусе 100-150 м. После гидроакустической проверки следует картографическая – это создание 3D модели рельефа дна, но информация взята с карт , к примеру, 10-ти летней давности, и что там могло изменится за это время не известно. Поэтому эти стадии называются до разведкой.

Динамическая разведка – это обследование подводным аппаратом рельефа местности учитывая данные, которые были собраны до этого, но теперь данные будут актуальны на сегодняшний момент потому что обследование производится в режиме реального времени, следовательно все этапы разведки очень важны для того, чтобы максимально обезопасить и упростить работу подводного аппарата.

При сравнительно больших глубинах и больших скоростях течения позиционирование подводного аппарата затруднено. Кроме того, усложняется система энергопитания СПА из-за необходимости использовать кабель-тросы большей длины. В таких условиях целесообразно применять двузвенные системы у которых основная часть кабельной линии нагружена дополнительным пригрузом и менее чувствительна к воздействию течения.

Классификация подводных привязных систем

Подводные привязные системы (ППС) делятся на однозвенные и двухзвенные. Однозвенные ППС содержат один подводный аппарат, связанный с судном носителем (СН) кабелем-тросом. Двухзвенные ППС содержат кроме поста энергетики и управление (ПЭУ) и спуско-подьемное устройство (СПУ), буксировочный кабель-трос (КТ1), буксируемую платформу (П) с соединенный с ней кабель-тросом КТ2 самоходный подводный аппарат (ПА). Платформа служит «гаражом» для самоходного привязного аппарата (СПА) для выполнения спуско-подьемных операций и буксировке. На ней так же размещены вьюшка кабель-тросса (КТ2), энергоблок, собственная система стабилизации в пространстве и т.д. На рисунке 1,б представлена двухзвенная подводная привязная система в режиме зависания.



а) однозвенная ; б) двухзвенная

Рисунок 1 – Виды подводных привязных систем

Двухзвенные ППС используются при работах на средних и больших глубинах и по сравнению с однозвенными ППС имеют следующие преимущества:

1) Снижение массогабаритных характеристик собственно СПА путем части его оборудования и аппараты на промежуточной платформе;
2) Более высокая стабилизация СПА в пространстве из-за демпфирования промежуточной платформой возмущений, идущих на судно-носитель и кабель-трос;
3) Высокая производительность поисково-обследовательских работ за счет исключения потерь времени на подъем поискового буксируемый подводный аппарат (БПА) и спуск обследовательского СПА при обнаружении искомого подводного объекта.

Выводы. Был проведен обзор подводных привязных систем, а так же моделирование навигационной обстановки, которое состоит из двух этапов : до разведки и динамической разведки. Цель данной работы –

моделирование участка подводной акватории и создание детальной 3D модели рельефа дна, а также учитывая специфику подводных привязных аппаратов – цепь якорь-судно-подводный аппарат являются очень сложной динамической системой, поэтому работать на якоре очень тяжело, и чтобы минимизировать риск работы необходимо составлять 3D модель рельефа дна, а также оснащение дополнительными сенсорами и камерами для лучшей видимости и установка защитных бортов по периметру аппарата.

Список использованной литературы

1) Блинцов В.С. Проектирование самоходных привязных подводных систем[Киев «Наукова думка», 1997 – 139с.:ил]

Секція. 9.
УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАММАМИ У СУДНОБУДУВАННІ

УДК 004.05

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кошкин К.В., Кнырик К.О., Дрозд О.В.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, Украина

Для оценок характеристик сложных систем и принятия научно обоснованных решений в разных сферах человеческой деятельности используются различные методы моделирования. Существующую или проектируемую систему можно эффективно исследовать с помощью математических моделей (аналитических и имитационных) с целью оптимизации процесса функционирования системы.

Методы моделирования систем можно классифицировать на три основные группы: аналитические, численные и имитационные [2].

В аналитических моделях поведение моделируемой системы записывается в виде некоторых функциональных соотношений или логических условий. Наиболее полное исследование удается провести в том случае, когда получены явные зависимости, связывающие искомые величины с параметрами системы и начальными условиями ее изучения. Это удается выполнить только для относительно простых систем.

Более сложной является модель системы, поведение которой задается совокупностью обыкновенных дифференциальных уравнений в форме Коши с достаточно гладкими правыми частями, обеспечивающими существование и единственность решения. Решение систем уравнений в форме Коши, разрешенных относительно первых производных, - традиционная численная задача.

Методы имитационного моделирования позволяют решать задачи исключительной сложности. Исследуемая система может одновременно содержать элементы непрерывного и дискретного действия, быть подверженной влиянию многочисленных случайных факторов сложной природы, описываться весьма громоздкими соотношениями и т.п. В настоящее время под имитационным моделированием понимают методы системной динамики, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование. Для анализа и управления такими системами также применяется методология когнитивного моделирования [1].

Выбор метода моделирования и необходимая детализация моделей существенно зависят от специфики исследуемых объектов. При прогнозировании развития сложных систем роль моделирования очень высока, так как это единственная возможность ответить на многочисленные вопросы о путях дальнейшего эффективного развития системы и выбора из них наиболее оптимального.

Литература

1. Возный А.М., Касаткина Н.В., Кошкин К.В. Проектирование и модернизация информационных систем с использованием когнитивных моделей [Текст] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Техн. центр, 2011. – 1/5 (49). – с. 8-10.

2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем (3-е изд.) [Текст] / Б.Я. Советов. – М.: Высшая школа, 2001. – 420 с.

РАСЧЁТ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ СУДОСТРОЕНИЕ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МЕЖДУНАРОДНЫМ ПРОЕКТОМ

Рыжков А. С., к.т.н., доцент
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

В качестве контроля качества преподавания производился расчёт количественной оценки для группы китайских студентов по Контракту №2/16. В работе показан расчёт оценки преподавания за 7 семестр 2016 года. За указанный период группе из 15-ти студентов была предоставлена образовательная услуга по 7-и дисциплинам.

Результаты проведённых расчётов количественной оценки преподавания по 7 дисциплинам за 7 семестр 2016 года по контракту №2/16 на обучение граждан КНР представлены на рис. 1,2 и в табл. 1.

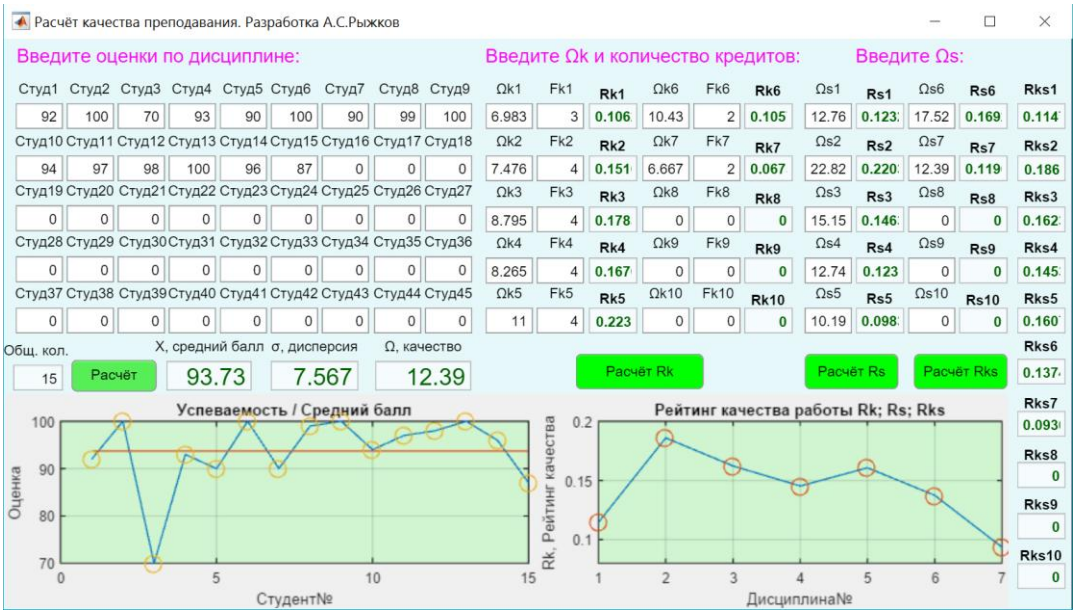


Рис. 2. Результат расчёта количественной оценки качества преподавания в универсальной вычислительной программе для 15 китайских студентов за 7 семестр 2016 года

Таблица 1

Результаты расчётов количественной оценки преподавания по 7 дисциплинам за 7 семестр 2016 года по контракту №2/16

Рейтинг	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7
X_j	80.73	78.4	82.2	80.2	95.93	85.67	76.8
X_s	94	97.14	96.07	95.21	94.33	97	93.73
f_j	3	4	4	4	4	2	2
F_k	3	4	4	4	4	2	2
σ_j	11.56	10.49	9.347	9.704	8.721	8.211	11.52
σ_s	7.368	4.257	6.341	7.475	9.257	5.538	7.567
Ω_k	6.983	7.476	8.795	8.265	11	10.43	6.667
Ω_s	12.76	22.82	15.15	12.74	10.19	17.52	12.39
R_k	0.1062	0.1516	0.1783	0.1676	0.223	0.1057	0.06759
R_s	0.1232	0.2203	0.1463	0.123	0.09839	0.1692	0.1196
R_{ks}	0.1147	0.186	0.1623	0.1453	0.1607	0.1374	0.09361

В результате уточняющего расчёта по анкетированию студентов, финальный рейтинг отличается от первоначального. Как видно из рис. 4 наивысшее качество образовательной услуги представлялось по дисциплине j2 – Materiality and Technology of Constructional Materials. Basics of Welding Engineering (R_{ks}=0,186). За ним следует дисциплина j3 – Design of Ship and Sea technique (R_{ks}=0,1623), а за ней j5 – CAD, CAE, CAM systems in shipbuilding (R_{ks}=0,1607). Худший показатель так и остался у дисциплины j7 – Russian Language, но её рейтинг значительно вырос (R_{ks}=0,09361), второе место с конца получила дисциплина j1 – The Theory of the Ship and Means of Development of Ocean (R_{ks}=0,1147) чуть лучше j6 – English Language (R_{ks}=0,1374).

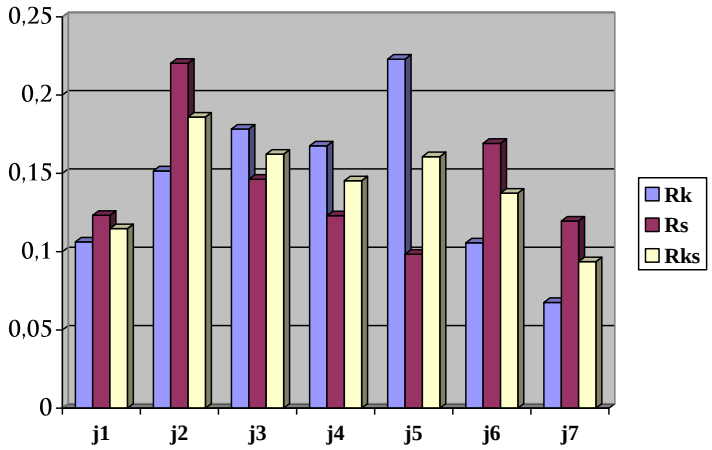


Рис. 1. Рейтинговый балл качества работы преподавателей по 7 дисциплинам за 7 семестр 2016 года по Контракту 2/16.

Все дисциплины удовлетворяют условию высокого стандарта обучения (R≥0,06). Таким образом, семь из семи преподаваемых дисциплин соответствовали нужным критериям, и задача перед международным заказчиком по Контракту 2/16 за данный период времени была выполнена в полном объеме.

Выводы

1. Были проведены комплексные расчёты количественной оценки качества предоставления образовательных услуг преподавателями Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова по Контракту 2/16 с Международным морским колледжем Чжецзян.

2. По результатам расчётов, все дисциплины удовлетворяют условию высокого стандарта обучения (R≥0,06). Таким образом, семь из семи преподаваемых дисциплин соответствовали нужным критериям, и задача перед международным заказчиком по Контракту 2/16 за данный период времени была выполнена в полном объеме.

UDC:008.5

SYSTEM DYNAMICS COMPUTER MODEL OF WATER SUPPLY SYSTEMS MANAGEMENT

V. Koshkin, A. Mandra
Admiral Makarov National University of shipbuilding, Ukraine

Introduction

Due to the nature of water as public goods, many water supply services globally have been confronted with various problems, such as difficulties in the efficient operation of their systems, problems with management structure, and a lack of competence in the technical skills of the personnel. The water supply services have also faced these problems and suffered from inefficient operation and poor finance. Therefore, it is considered that understanding the components of the working mechanism of the systems, as well as the correlations between them, is essential to appropriately analyze the problems associated with water supply systems and establish policies that are appropriate for the problems of interest.

The purpose of developing alternate water sources is to secure water sources of sufficient quantity and high quality due to water quality and / or quantity problems of an existing water source and, thereby, raise the level of consumer satisfaction. Considering the enormous costs and the effects to the consumers and operation of water supply enterprises, a technique to support long term management of water supply systems including the period of before and after alternate water source development is needed. A very useful and efficient methodology suited for modeling such multiple component systems, where these components influence each other, is the System Dynamics (SD). In this paper, a SD computer simulation model has been developed in this paper to aid the efficient management of water supply systems. To develop the SD computer model the conceptual framework for the working mechanism of water supply systems was established and, then, the causal feedback loop relationships among the components of the systems management including the management of water pipes were identified. In this paper a

SD computer simulation model was developed to evaluate the effects of alternate water source development by improving the system dynamics model by [1]. The SD model was used for the simulation of the effects of the alternate water source development project.

The System Dynamics Methodology developed by is a simulation methodology based on systems theory. It deals with the interpretation of the dynamic nature of systems in which information and material feedbacks are present. The characteristics of systemic approaches adopted in the systems theory were well presented by in which 14 systemic ideas were provided, with each idea explained in terms of the associated philosophical concepts [2].

The methodology can facilitate understanding of a system by extracting structures essential to its working mechanisms, and, based on an analysis of feedback structures inherent to the system, lead to development of efficient management strategies.

Computer simulation models that are developed based on a system dynamics methodology are composed of four basic components: stocks, flows, converters, and interrelations among them, which are graphically represented as arrows and mathematically modelled as the finite difference equations. The value of each component is calculated at each *delta time* (*DT*) for a specified simulation time period defined in a model, starting at the initial values of the stocks, and based on the functional relations among components. Computer simulation experiments using a system dynamics methodology are realized using object-oriented modelling software such as Vensim, Powersim Studio, AnyLogic, STELLA, etc. Figure 1 provides an example of a system dynamics computer model that shows a causal feedback loop diagram of a reservoir system with outflows and the corresponding stock-and-flow representation of the model using.

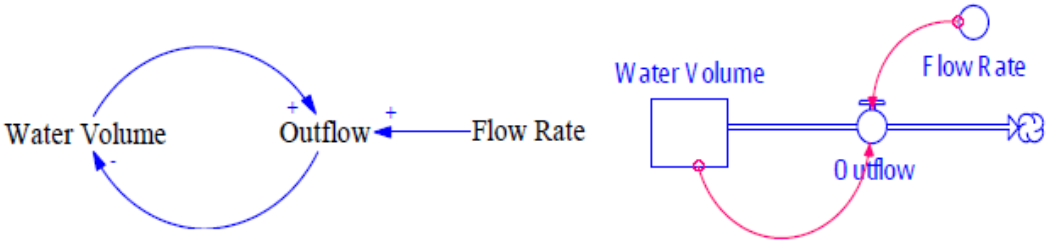


Fig. 1. A causal diagram and the corresponding stock-and-flow model using

References

[1] Park, S. Development of a System Dynamics Model to Support the Decision Making Processes in the Operation and Management of Water Supply Systems, Journal of Korea Water Resources Association, 43(7) (2010) 609 – 623.
[2] Forrester, J. Industrial dynamics, Pegasus Communications, Waltham, MA, 1961.

UDC:008.5

WATER SUPPLY SYSTEMS AND THEIR INFLUENCE ONINCREASING OPERATIONAL SAFETY IN INDUSTRY

V. Koshkin, A. Mandra
Admiral Makarov National university of shipbuilding

Introduction

Part of ensuring the operational safety and production reli-ability of each industrial entity is the supply of energies andwater. If energy minerals (gas, coal, uranium and oil) havestrictly defined functions in industrial entrepreneurial enti-ties, then drinking water has a multipurpose role and has avariety of uses. It can be considered as primary precondition for activities of each industrial company, without exception.Without the supply of drinking water, any sanitary conve-niences that must be part of manufacturing service buildingscannot be operated, meals to employees cannot be servedand, in many cases, drinking water is used in technologicalmanufacturing processes. Inside water supply systems connected to public watersupply systems act very often, especially in extensive indus-trial parks, as multipurpose sources of water for firefightingand are really a necessary precondition for ensuring thefire safety of the whole industrial park. From the above-mentioned facts it follows that water supply systemsand industrial companies form one integral interconnected whole [1].

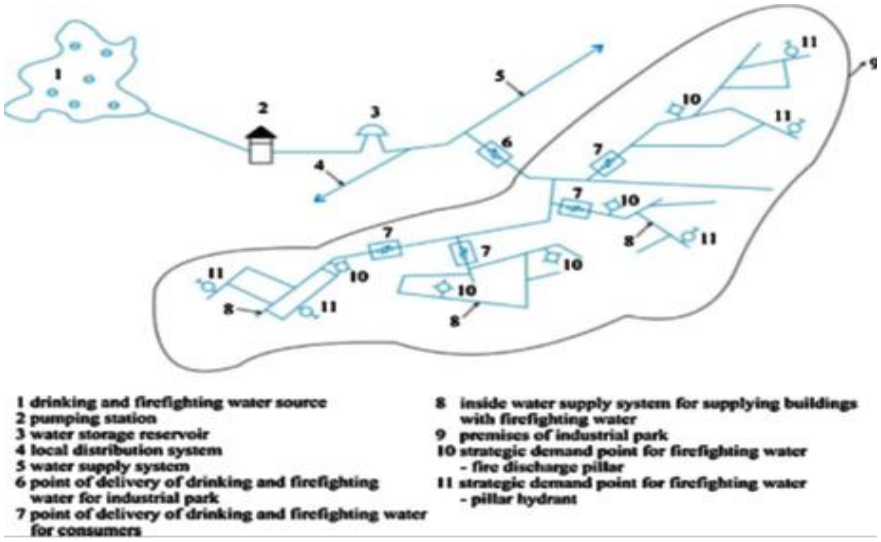


Figure 1. Diagram of connection of the industrial park to thewater supply system of local water supply system

Industry and its dependence on water supplies

Industrial companies and parks, see Fig. 1, are usually connected to local water supply systems of towns and munic-ipalities or, in specific cases, to water supply systems ofgroup and regional water supply systems.A common feature of each connection of industrial con-sumers of drinking water is the construction of a waterdelivery point for an inside water supply system. In thecase of industrial parks with more water consumers, it isabsolutely standard that the industrial park has one centralmeasurement of water demand and many measurements ofwater depending on the number of entrepreneurial entities.From the technical operational point of view, the reliabil-ity of drinking and firefighting water supplies for the insidewater supply system of industrial park, especially at max-imal water demand, depends on the dimensions of waterservice pipe, correct type of measurement system at thedelivery point and optimum dimensions of pipes of the insidewater supply system.To achieve a balance between water demand and watersupply, it is suitable to use mathematical modelling for thedesign of facility construction.

The mathematical modellingof a piping system can be suitably used also in water pip-ing reconstruction. This will guarantee the operator of theinside water supply system a sufficient overview of, e.g.water flow rates in specific parts of piping, hydrodynamicpressure depending on water discharge and delay in waterat minimum operating mode.The stated measures have economic effects not only onthe initial costs of piping construction but also, and aboveall, on the permanent operating costs of water quality main-tenance and water disinfections for the whole process ofsupply to all consumers.

Methods of safety risk identification and reduction

So that the analysis of safety risks may be efficient inpractice, it must contain minimally the following range ofproblems and objectives:- identification and definition of primary threats and conse-quences for the industrial entity concerned,- identification of critical factors that can threaten thereliability and continuity of supplies of drinking andfirefighting water from water supply systems for the deter-mined purposes,- example design solution for the emergency supplies ofdrinking water in extraordinary events or crisis situationsto ensure the operation of technology of the manufactur-ing entity,- example design solution for the emergency supplies offirefighting water for strategic demand points ensuring thefire safety of buildings of the industrial company.

The above-mentioned and other alternative measureshowever must not be only incidental, segment solution. Theyalways must be based on an overall concept of safety of the manufacturing entity incorporated in a mind map, which isused as a basis for risk analysis that will be made with theuse of a suitably chosen method [2].

References

1. Ingedult, P., Vycítal, J., 1999. Mathematical modelling of watersupply networks. Part 1. Sovak VIII (3).
2. Bernatik, A., Senovsky, P., Senovsky, M., Reha, K.D., 2013. Territorialrisk analysis and mapping. Chem. Eng. Trans. 31, 79—84.

УДК 005.8:519.22

НЕЛІНІЙНІ РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РОБІТ ПРИ УПРАВЛІННІ ЧАСОМ ПРОЕКТІВ РОЗРОБКИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ СУДЕН

С.Б. Приходько, док. тех. наук, проф.; О.О. Кудін, інженер
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В наш час спостерігається перетворення суднобудівних підприємств на складні організаційно-технічні мережеві структури, розгалужені у просторі і часі. В результаті такого перетворення вирішується задача мінімізації фінансових витрат та витрат часу на проектування і будівництво суден [1]. Зрозуміло, що ефективне управління подібними організаційно-технічними структурами може бути забезпечене при використанні сучасних наукових методів управління проектами.

Сучасні методи управління проектами застосовуються як до всього життєвого циклу процесу проектування та побудови судна, так і до окремих його етапів. Зокрема – для етапу розробки конструкторської документації (КД) судна, який можна виділити у окремий проект розробки КД судна. В свою чергу, проект розробки КД судна має блок робіт з розробки 3D-моделі секцій корпусу судна та напівавтоматичного або автоматичного формування КД на основі цих 3D-моделей.

Об’єктом дослідження в даній роботі є процес оцінювання тривалості проектів розробки КД корпусів суден. Предметом дослідження даної роботи є нелінійні регресійні моделі оцінювання тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден, а метою дослідження є підвищення достовірності оцінювання тривалості означених вище робіт.

На сьогодні для управління часом в проектах розробки КД суден використовуються як метод PERT (Project Evaluation and Review Technique) [2], так і метод засвоєного об’єму (Earned value Technique) [3]. До недоліків методу засвоєного об’єму можна віднести використання грубих оцінок відхилень тривалості робіт з недостатньою достовірністю, визначених в одиницях вартості. До недоліку методу PERT можна віднести використання точкових оцінок тривалості робіт, які є менш достовірними ніж інтервальні оцінки. Означені вище методи використовують оцінки без урахування впливу на них інших параметрів, але практичні потреби вимагають врахування такого впливу. Наприклад, тривалість робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден визначають в залежності від маси секції, розташування секції на судні і типу судна.

В деяких сучасних суднобудівних проектно-конструкторських бюро для оцінювання тривалості робіт з розробки КД суден використовуються залежності тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден від маси цих секцій, створені на основі результатів експертного оцінювання. Маючи емпіричні дані попередніх проектів можна побудувати нелінійне рівняння регресії тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден в залежності від маси секцій.

На теперішній час побудова нелінійних регресійних рівнянь для оцінювання тривалості робіт виконується на основі нормалізації емпіричних даних за допомогою десяткового алгоритму. Але на практиці зустрічаються випадки, коли логарифмічне перетворення не завжди дозволяє адекватно нормалізувати емпіричні дані, що приводить до зменшення достовірності оцінок тривалості робіт. Підвищити достовірність оцінювання тривалості робіт можна при застосуванні інших нормалізуючих перетворень, наприклад, перетворення Джонсона [4].

В роботі для побудови нелінійного регресійного рівняння було обрано метод, що базується на нормалізуючих перетвореннях тому, що, по-перше, він не потребує використання процедури простого перебору, а, по-друге, при його застосуванні не відбувається втрата частини інформації як при лінеаризації. Для побудови нелінійного регресійного рівняння тривалості розробки 3D-моделей секцій корпусів суден в залежності від маси секції бралися дані, що наведені в [5]. Зазначимо, що ці дані мають негаусівський розподіл. В результаті розрахунків на основі двовимірного нормалізуючих перетворень Джонсона було отримано нелінійне рівняння регресії тривалості розробки 3D-моделей секцій корпусів суден та 95%-інтервал передбачення цієї регресії, що дозволило отримати інтервальні двовимірні оцінки планової тривалості робіт (рис. 1, [5]) та підвищити достовірність оцінювання відхилень фактичної тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден.

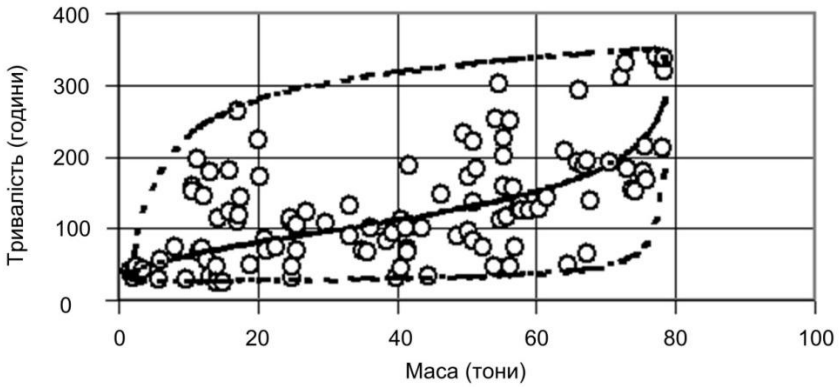


Рисунок 1 – Нелінійна регресія тривалості розробки 3D-моделей секцій корпусів суден та 95%-вий інтервал її передбачення

Вирішення задачі управління часом робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден у проектах розробки КД суден полягає у обчисленні різниці між фактичною тривалістю робіт і інтервальною оцінкою планової тривалості робіт на основі рівняння нелінійної регресії та 95%-вого інтервалу її передбачення та прийняття рішення ОПР (особа, яка приймає рішення) з використанням правил [6] щодо внесення змін до розкладу проекту. Тобто, ОПР отримує інструмент підтримки прийняття рішень з управління часом проектів розробки КД суден у вигляді нелінійної регресійної моделі, побудованої на основі двовимірних перетворень Джонсона, яка дозволяє підвищити достовірність оцінювання тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден.

Висновки. Використання нелінійного рівняння регресії тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден та 95%-вого інтервалу передбачення тривалості робіт на основі двовимірного перетворення Джонсона дозволяє підвищити достовірність оцінювання тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден при управлінні часом проектів розробки КД суден.

Список використаної літератури

1. **Кошкин, К.В.** Организация компьютеризированных интегрированных производств в судостроении: Монография. [Текст] /К.В. Кошкин. – Николаев: УГМТУ, 1999. – 220 с.

2. **Голенко-Гинзбург, Д.И.** Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками: Монография [Текст] /Д. И. Голенко-Гинзбург – Воронеж: «Научная книга», 2010. – 284 с.

3. Колосова, Е.В. Методика освоенного объема в оперативном управлении проектами. [Текст] /Е. В. Колосова, Д. А. Новиков, А. В. Цветкова. – М.: ООО «НИЦ АПОСТРОФ», 2000. – 156 с.

4. **Приходько, С.Б.** Розробка нелінійної регресійної моделі тривалості програмних проектів на основі нормалізуючого перетворення Джонсона / С. Б. Приходько, А. В. Пухалевич // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків, 2012. – № 4 (56). – С.90-93.

5. **Приходько, С.Б.** Побудова нелінійного регресійного рівняння для оцінювання тривалості розробки 3D-моделей секцій корпусів суден / С.Б. Приходько, Н.В. Приходько, О.О. Кудін // Проблеми моделювання та розроблення інформаційних систем : матеріали II науково-практичної інтернет-конференції (Дрогобич, 20 травня 2017 року). – Дрогобич : ДДПУ ім. І. Франка, 2017. – 82 с.

6. **Приходько, С.Б**. Интервальное оценивание отклонений продолжительности работ для управления временем рабочего проекта судна / С.Б. Приходько, О.А. Кудин // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції: – Миколаїв: НУК, 2013. Електрон. аналог: режим доступу: URL: http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail;jsessionid=e8d7e1ac61874be9dcd8c08943fe?lectureId=24270&conferenceId=19979&isProjectorView=false (дата звернення: 17.09.2017)

УДК 005.8

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЦЕНТРУ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ АКВАТОРІЙ

Грицаєнко М.Г.
Головне управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій, м. Миколаїв

Гуманітарне розмінування акваторій як складова протимінної діяльності діяльності держави у мирний час охоплює цілий спектр робіт, спрямованих на усунення небезпек і ризиків, пов'язаних з мінами, боєприпасами та іншими вибухонебезпечними предметами [1]. Воно включає проведення технічних обстежень акваторій, складання карт, очистку територій від вибухонебезпечних предметів (ВНП), маркування, складання документації про очищені зони від ВНП, передачу їх у підпорядкування органам місцевого самоврядування.

З метою удосконалення управління проектами гуманітарного розмінування акваторій пропонується створення у складі ДСНС України нової структури, яка б займалась пошуком і знешкодженням підводних потенційно небезпечних об'єктів (ППНО) з широким застосуванням сучасних роботизованих технологій. Зазначений підхід суттєво знижує накладні витрати на утримання засобів морської робототехніки (ЗМР) та підвищує ефективність їх використання за призначенням, оскільки дає змогу централізованого управління процесами формування, кадрового та технічного забезпечення, довгострокового та оперативного планування та використання ЗМР.

Базова організаційна структура дивізіонального типу Центру гуманітарного розмінування акваторій як складова Єдиної державної системи попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій показана на рис. 1.

Зазначимо, що до головних підрозділів Центру гуманітарного розмінування відносяться:

– відділ водолазних робіт спеціального призначення (існуючий у сучасних структурах ДСНС України) та відділ мобільних лабораторій – засобів морської робототехніки, хімічного та радіаційного контролю;

– відділ комунікацій та документування процесів у проектах гуманітарного розмінування акваторій, призначений для цифрового картографування (документування з геоінформаційною прив'язкою ППНО), оперативної передачі, обробки і централізованого збереження результатів роботи у проектах; важливою складовою роботи цього відділу є надання інформації до Державного реєстру ППНО.

Наведена організаційна структура передбачає призначення тимчасово менеджерами проектів розмінування для конкретних акваторій з числа менеджерів за напрямками діяльності або спеціально призначених фахівців з досвідом управління морськими роботами такої складності.

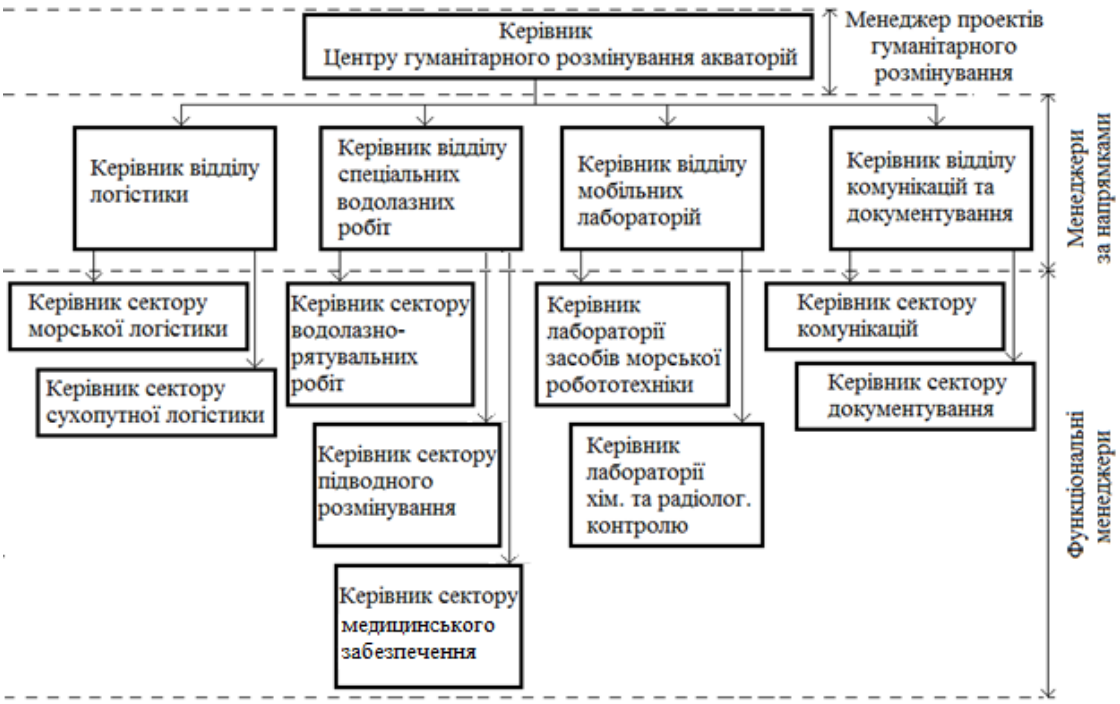


Рисунок 1 – Організаційна структура Центру гуманітарного розмінування акваторій

Така організаційна структура повинна функціонувати згідно наступним режимам роботи Єдиної державної системи попередження й ліквідації надзвичайних ситуацій:

– режим повсякденної діяльності;

– режим підвищення готовності;
– режим надзвичайної ситуації.

При цьому, при проведенні спеціальних підводних робіт основними заходами, здійснюваними цією структурою, є:

– у режимі повсякденної діяльності – здійснення спостереження і контролю за станом акваторій, обстановкою на ППНО, а також планування і виконання заходів щодо попередження виникнення надзвичайних ситуацій;

– у режимі підвищеної готовності – посилення спостереження і контролю за станом навколишнього природного середовища, обстановкою на ППНО, прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій та її масштабів, а також приведення в стан готовності сил і засобів, висування груп спостереження (за необхідністю) на загрозливі акваторії;

– у режимі надзвичайної ситуації – організація захисту населення, висування оперативних груп на акваторію, де виникла надзвичайна ситуація, визначення масштабів та організація ліквідації надзвичайної ситуації, очищення акваторії від ППНО, здійснення безперервного контролю за станом навколишнього середовища в районі надзвичайної ситуації та за обстановкою на ППНО.

Виходячи з цього, мобільна лабораторія ЗМР Центру має реалізовувати шість основних сценаріїв застосування ЗМР:

- для моніторингу поточного стану акваторій та обстановки на ППНО;
- для пошуку, ідентифікації та документування ППНО;
- для очищення акваторії від одиночного ППНО;
- для очищення акваторії від групи ППНО, розташованих на одному підводному об'єкті, наприклад, на затонулому судні;
- для очищення акваторії від ППНО, які розташовані на значній площі донної поверхні;
- для очищення декількох акваторій від ППНО, які розташовані на значній площі донної поверхні.

До основних напрямків управління проектом створення такого Центру, які мають ґрунтуватись на системному підході, віднесемо:

управління процесами розробки організаційної структури Центру, яка має містити відповідні підрозділи для виконання завдань за призначенням Центру;

управління процесами матеріально-технічного забезпечення підрозділів Центру, зокрема, на основі застосування безпечних та високоефективних роботизованих технології очищення акваторій;

управління процесами формування необхідних оперативно-тактичних ресурсів (зокрема, матеріально-технічного забезпечення відділу мобільних лабораторій відповідними засобами ЗМР);

управління процесами кадрового забезпечення діяльності відділу мобільних лабораторій, зокрема, підготовки кадрів, здатних ефективно застосовувати ЗМР за призначенням.

Таким чином, отримані результати відтворюють генезис (виникнення і розвиток) теорії управління проектами гуманітарного розмінування акваторій в Україні, а розроблені організаційні структури утворюють базову платформу для побудови науково обґрунтованих структур управління такими проектами в інтересах держави.

Література

1. Руководство по управлению операциями по разминированию. МСПМД (IMAS) 07.10. Первое издание. – 1 октября 2001 года, с учетом внесенных поправок № 1 и № 2. – Служба ООН по вопросам противоминной деятельности (ЮНМАС). – Нью-Йорк, США. – 30 с.

УДК 621.008

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПУ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Рукавішніков Д. В.,
кафедра ІМ та ТМ, НУК

При виготовленні деталей суднових енергетичних установок виникає питання забезпечення підвищеної якісті деталей, що в свою чергу потребує використання сучасних методів обробки деталей, таких як використання верстатів з ЧПУ. Традиційний спосіб розробки програм для верстатів з ЧПУ – розробка програм вручну. Але, в теперешній час, з'явилися досить ефективні інструменти створення програм для верстатів з ЧПУ, які представлені широким спектром програмних продуктів, починаючи від найпростіших

верифікаторів і закінчуючи комплексними системами, наприклад SolidCAM, що поєднують в собі засоби проектування, розробки програм і створення конструкторської та технологічної документації.

Основною ідеєю, що закладена в такі програмні засоби, є автоматизація розробки програм з ЧПУ. Але такі програмні інструменти мають досить суттєве обмеження – результатом роботи є програма в загальному вигляді, тобто без врахування специфіки конкретного обладнання.

Для прив'язки керуючої програми до конкретної моделі верстата використовуються постпроцесори – модулі для перекладу програм ЧПУ з внутрішнього мови CAM-системи на мову стійки ЧПУ. До SolidCAM включений ряд постпроцесорів, що охоплюють обмежене коло моделей верстатів з ЧПУ. Також SolidCAM дозволяє розробляти власні постпроцесори. Для цього в систему вбудована спеціалізована мова програмування - General Post Processor Language (GPPL), що описує відповідності між внутрішньою мовою SolidCAM і мовою програм верстата з ЧПУ.

Задача, яка вирішується на кафедрі ІМ та ТМ - створення комплексної CAD / CAM системи на базі системи SolidWorks і токарного верстата з ЧПУ 16К20РФ3 з системою управління 2Р22. З цією метою, на кафедрі були розроблені постпроцесор для УЧПУ моделі 2Р22 і методика створення програм для верстатів з ЧПУ в системі Solidworks-SolidCAM для токарних операцій. Це дозволяє не тільки створювати програми для верстатів з ЧПУ у найкоротший термін, а й передавати ці програми через комп'ютерну мережу безпосередньо в стійку управління токарного верстата.

Висновки:

1. Розроблена методика автоматизованої розробки програм для верстатів з ЧПУ при виготовленні деталей суднових енергетичних установок.
2. У якості складової частини методики розроблено постпроцесор для системи ЧПУ 2Р22 в середовищі SolidCAM.

УДК 004.415.2

РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ IT-РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ МИКРОСЕРВИСОВ

Фарионова Т.А., Беркунский Е.Ю., Ворона М.В.
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова, Украина

Важное место в разработке информационных систем для подготовки и переподготовки персонала занимает процесс выбора их архитектуры. При этом необходимо эффективно использовать возможности, предоставляемые различными облачными сервисами для обеспечения разработчикам быстрого и удобного доступа к инновационным технологиям в облаке [1]. Таким образом, актуальной задачей является разработка образовательных IT-ресурсов с использование архитектуры микросервисов, которые обеспечивают гибкость настройки и обновления, а также предоставляют надежную защиту от несанкционированного доступа к корпоративной информации.

В настоящее время, наиболее распространена концепция, когда образовательное приложение является веб-приложением. Это облегчает процессы обновления учебных материалов курсов, добавления новых курсов и студентов, ведения учета преподавателей (менторов).

Образовательное приложение предоставляет сетевое пространство, в котором студенты и менторы могут объединиться для преподавания и получения знаний. Сайт такого приложения разделяется на курсы (Courses). Курс содержит ассоциированный с ним список пользователей (Users) с различными ролями, такими как студент (Student) или преподаватель (Teacher). Каждый курс включает в себя некоторое количество ресурсов (Resources) и действий (Activities). Ресурс может быть представлен файлом в формате PDF, страницей в формате HTML или ссылкой на какой-либо сетевой ресурс. Действие представляется форумом, тестом или ресурсом wiki. В рамках курса ресурсы и действия должны быть структурированы. Например, сгруппированы на основе логически разделенных тем или календарных недель. Инфраструктура такой системы дистанционного обучения изображена на рис. 1 [2].

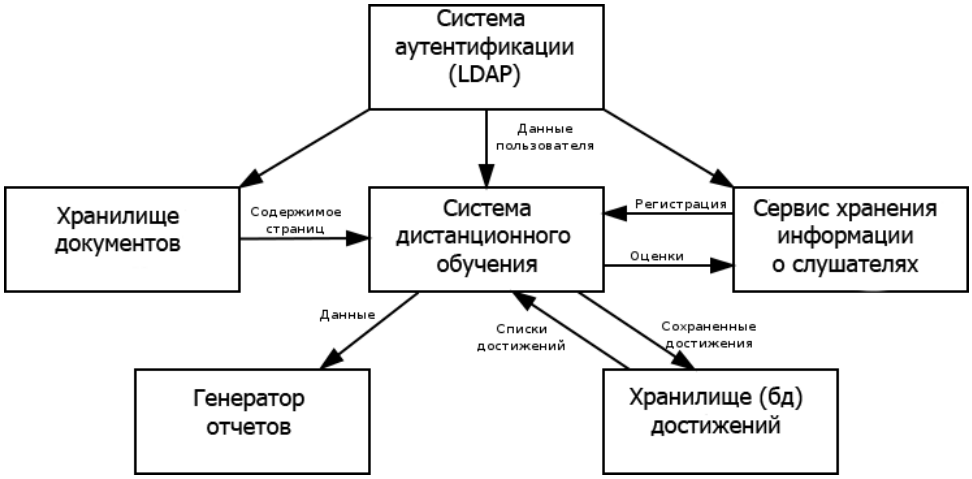


Рисунок 1 – Инфраструктура системы дистанционного обучения (СДО)

Представим характеристику основных компонентов инфраструктуры (рис. 1):

– система аутентификации/идентификации (например, LDAP) предназначена для управления учетными записями сотрудников компании;

– сервис хранения информации о сотрудниках, являющихся слушателями курсов (роль Students) – это база данных с информацией о сотрудниках, проходящих обучение, соответствующих программах подготовки и курсах, которые им необходимо окончить. Здесь также хранятся копии данных в форме высокоуровневых отчетов о результатах окончания курсов. Сервис также выполняет административные функции, такие, как отслеживание регулярности посещения и/или выполнения заданий и др.;

– хранилище документов (например, на платформе Alfresco) используется для хранения файлов и отслеживания совместных действий пользователей по созданию файлов;

– хранилище достижений с функцией ePortfolio – это место, в котором хранится информация пользователей об их практических навыках и другие данные, например, необходимые для создания CV (резюме);

– генератор отчетов – инструмент для анализа и создания отчетов, предназначенный для генерации высокоуровневой информации о том, что происходит в учебном центре.

Все компоненты инфраструктуры СДО должны работать в едином комплексе. Это может быть реализовано путем организации набора небольших, в основном автономных сервисов, взаимодействующих посредством HTTP-протокола (микросервисы).

Такие сервисы построены вокруг бизнес-потребностей и развертываются независимо с использованием полностью автоматизированной среды. Существует абсолютный минимум централизованного управления сервисами, которые могут быть написаны на разных языках и использовать разные технологии хранения данных.

Архитектура микросервисов использует библиотеки, но основным способом разбиения приложения является деление его на сервисы. Библиотеки подключаются к программе и вызываются ею в том же процессе, в то время как сервисы выполняются в отдельном процессе и взаимодействуют между собой через веб-запросы или remote procedure call (RPC).

Главное удобство использования сервисов вместо библиотек – это независимое развертывание. Если разрабатываемое приложение состоит из нескольких библиотек, работающих в одном процессе, то любое изменение в этих библиотеках приводит к переразвертыванию всего приложения. В случае, если приложение разбито на несколько сервисов, то изменения, затрагивающие какой-либо из них, потребуют переразвертывания лишь изменившегося сервиса. В некоторых случаях изменения будут затрагивать интерфейсы, что, в свою очередь, потребует координации между разными сервисами. Цель хорошей архитектуры микросервисов – минимизировать необходимость такой координации путем установки правильных границ между микросервисами, а также механизма эволюции контрактов сервисов. Кроме того, использование архитектуры микросервисов способствует децентрализации способов хранения данных. В отличии от монолитных приложений, где чаще всего используют единственную БД для хранения данных, использование микросервисов предоставляет возможность каждому сервису управлять собственной базой данных, т.е. как создавать отдельные копии общей для компании СУБД, так и использовать нестандартные виды баз данных.

Выводы. 1. Использование архитектуры микросервисов, является механизмом повышения эффективности построения и разработки образовательных IT-ресурсов за счет использования гибких решений по сравнению с классическим подходом, основанным на монолитной архитектуре. **2.** Предложенный подход проходит апробацию при разработке распределенной системы переподготовки сотрудников компании TemplateMonster, его внедрение позволит освободить сотрудников от работ, направленных на поддержку системы.

Список использованной литературы. 1. M. Fowler, “Microservices. A definition of this new architectural term” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http // martinfowler.com/ articles/microservices.html. 2. Berkunskyi, Y. Using Microservices in Educational Applications of IT-Company. [Текст] / Y. Berkunskyi, T/ Farionova, K. Knyrik, T. Smykodub – 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). – 2017. – С. 1208 – 1211.

УДК 005.8

МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Надточий А.В.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Підводні археологічні дослідження, що проводяться на основі роботизованих технологій, є одним з перспективних напрямків сучасної археології. Окремі історико-археологічні документальні дослідження і результати проведених морських археологічних експедицій свідчать про наявність в територіальних водах України великої кількості унікальних підводних об'єктів, які представляють різні історичні епохи і належать до національної історичної спадщини. При цьому, в даний час вітчизняна підводна археологія знаходиться на початковій стадії свого розвитку: не розроблена Національна програма підводних археологічних досліджень (ПАД), не вирішені питання техніко-технологічного, організаційного та теоретичного забезпечення робіт. Ці обставини актуалізують пошук рішень ряду науково-прикладних задач, які пов’язані з ПАД, зокрема, невирішених задач теорії управління проектами роботизації в даній предметній області.

Виконаний аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень показав, що до теперішнього часу у сучасній науково-технічній літературі вирішення питань формування та реалізації проектів ПАД на основі різних стандартів управління проектами, а також питання розробки моделей управління проектами в даній предметній області висвітлені недостатньо, а існуючі результати впровадження відомих технологій управління у проекти роботизації ПАД носять фрагментарний характер.

У доповіді наводяться результати розв’язку науково-прикладної задачі підвищення ефективності ПАД на основі телекерованих підводних апаратів (ТПА) шляхом розробки та вдосконалення моделей теорії управління проектами.

До основних результатів дослідження слід віднести наступне.

Виконаний аналіз основних напрямків вирішення науково-прикладної задачі підвищення ефективності управління проектами ПАД показав, що необхідною умовою їх ефективного виконання слід вважати розробку науково обґрунтованих управлінських рішень, сформованих на підставі методології теорії управління проектами та програмами. Суттєвим недоліком існуючих проектів ПАД слід вважати відсутність комплексного використання взаємопов’язаних методів і моделей їх формування та реалізації.

Групи процесів управління проектами ПАД повинні враховувати наступні основні фактори: тенденції розвитку світового ринку підводних досліджень: тенденції розвитку техніко-технологічних та організаційних платформ ПАД; специфіку національної стратегії розвитку ПАД та існуючі дані щодо наявності підводних артефактів; широкий спектр техніко-технологічних рішень, які пропонуються та дозволяють формувати різні профілі проектів.

Одним з базових елементів при формуванні та реалізації проектів ПАД слід вважати їх класифікацію, яка виступає основою для ефективного формування змістовної частини процесів управління. Розроблена автором класифікація проектів ПАД враховує основні ознаки проектів та особливості предметної області управління.

Виконаний аналіз механізмів формування проектів і програм ПАД довів, що змістовну частину процесів управління проектами формують потреби інформаційного забезпечення структурно-параметричних показників артефактів. На підставі визначеного продукту проекту ПАД та встановлених взаємозв'язків процесів ідентифікації артефактних об'єктів, формування альтернативних технічних рішень і вибору альтернативних проектів розроблено модель управління змістом проектів ПАД на основі ТПА забезпечує ефективне визначення, підтвердження і контроль змісту проектів.

На підставі узагальнення виконаних досліджень ідентифіковано основні ризики, що виникають при управлінні підводними археологічними проектами, які проводяться за допомогою ТПА. До визначених ризиків включені групи ризиків, пов'язані з місцем (координатами) проведення досліджень, погодними умовами, підводною обстановкою в районі досліджень, гідрологічними умовами, технологічним та технічним забезпеченням, командою проекту. Визначені ризики є основою для розробки моделей управління ризиками в проектах ПАД.

Розроблена модель управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами в районі ПАД, знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом гармонізації вибору термінів досліджень та вартості основних ресурсів у визначений термін початку та закінчення робіт .

Розроблена модель управління ризиками, пов'язаними з технологічним забезпеченням ПАД, знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом мінімізації вартості ТПА та їх носіїв, додаткового обладнання, необхідного для проведення досліджень за прийнятою технологічною картою, яка враховує основні характеристики та рівень цінності артефакту.

Висновок. Результати досліджень пройшли апробацію та показали свою ефективність при плануванні та виконанні низки ПАД, які виконувались на Чорному морі у 2008-2017 р.р. спільно з фахівцями Інституту археології НАН України, а також при підготовці спеціалістів і магістрів НУК.

УДК 005.8

ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІТИЧНО-МЕРЕЖЕВОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ОЦІНЦІ РИЗИКІВ ПРОЕКТУ ЗІ СТВОРЕННЯ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Бурунсуз К.С., аспірантка
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Вступ. Важливим кроком в процесі управління ризиками в проектах та програмах є побудова ієрархічної структури ризиків на підставі їх оцінки. Визначені особливості [1] міжнародного проекту зі створення плазмохімічних елементів [2] показують, що більшість традиційних методів оцінки ризиків є недостатніми, тому альтернативні підходи стають обов'язковими при розробці надійної комплексної методики оцінки ризиків.

Основний текст. Оцінка ризиків є кроком, який визначає їх пріоритетність для подальшого аналізу на основі кількісної оцінки. Відомо, що структурування є одним з важливих елементів стратегії забезпечення формального підходу і розуміння інформації при виконанні проекту. Ієрархічне представлення джерел ризику названо ієрархічною структурою ризиків проекту (Hierarchical Risk Breakdown Structure - HRBS) [4]. HRBS може бути визначена як джерело-орієнтоване угруповання ризиків, яке організує та визначає загальний ризик проекту або бізнесу, причому кожен спадний рівень представляє собою все більш детальне визначення джерел ризику. HRBS - це ієрархічна структура передбачуваних джерел ризику і дуже корисний інструмент для адекватного розуміння прогнозованих ризиків, з якими зіткнеться проект. Таким чином, HRBS може бути використана для структурування і керівництва процесом управління ризиками. Зображення джерел ризику в ієрархічній структурі має істотні переваги, так як візуалізація будь-якої проблеми займає ключову позицію в процесі успішного управління. Інша перевага HRBS є використання його в якості основи для формальної моделі оцінки ризику [4].

Для створення HRBS проектів зі створення плазмохімічних систем можуть бути прийняті ряд класифікацій, наприклад, ризики можуть бути розділені на ті, що пов'язані з внутрішнім управлінням ресурсами і ті, які пов'язані з зовнішніми організаціями. Ризики, які привносяться з зовнішнього середовища можуть бути не керованими, ці ризики містять у собі інфляцію, коливання валютних курсів і зміни інституціональних вимог і регламентів. З іншого боку, внутрішні ризики, як правило, керовані і залежать від місії та цілей проекту. Внутрішні ризики містять у собі аспекти наявності ресурсів, умов контракту, місця виконання проекту тощо. В залежності від впливу ризики можуть бути глобальними або локальними.

Для подальшої кількісної оцінки ризиків проекту зі створення ПХЕ всі джерела ризиків класифіковано в загальному вигляді за 5 основними категоріями, які описують їх природу: макрорівень, міжнародний рівень, стейкхолдери, ринковий рівень та проектний рівень.

Запропоновану структуру ризиків будемо використовувати далі в моделі аналітично-мережевого процесу (АМП). В дослідженні використано вербальну шкалу відносної важливості парного порівняння факторів (табл. 1), запропоновану Сааті [3].

Таблиця 1. Шкала відносної важливості парного порівняння Сааті [4]

Інтенсивність	Визначення
1	Об'єкти рівноцінні
3	Один об'єкт незначно важливіший за інший
5	Один об'єкт значно важливіший за інший
7	Один об'єкт явно важливіший іншого
9	Один об'єкт за своєю значущості абсолютно перевершує інший
2,4,6,8	Проміжні значення для полегшення компромісу

З урахуванням рекомендацій ряду експертів з 4 країн, які входять до складу International Plasma Technology Center (http://www.plasmacombustion.org), з використанням методу Дельфі було виконано попарне порівняння факторів ризику виконання міжнародних проектів зі створення ПХЕ для визначення ймовірностей їх прояви. Результати порівняння наведені в табл. 2,3.

Таблиця 2. Матриці порівняння по фактору рівня

Фактори	Макро-ризики	Ринкові ризики	Проектні ризики	Стейк-холдери	Міжнародні ризики
Макроризики	1	2	3	5	7
Ринкові ризики	1/2	1	2	3	4
Проектні ризики	1/3	1/2	1	3	4
Стейкхолдери	1/5	1/3	1/3	1	2
Міжнародні ризики	1/7	1/4	1/4	1/2	1

Таблиця 3. Нормалізована матриця для визначення ймовірності виникнення кожного фактору

Фактори	Макро-ризики	Ринкові ризики	Проектні ризики	Стейк-холдери	Міжнародні ризики	Ймовірність
Макроризики	0,460	0,490	0,456	0,400	0,389	0,439
Ринкові ризики	0,230	0,245	0,304	0,240	0,222	0,248
Проектні ризики	0,153	0,122	0,152	0,240	0,222	0,178
Стейкхолдери	0,092	0,082	0,051	0,080	0,111	0,083
Міжнародні ризики	0,066	0,061	0,038	0,040	0,056	0,052

Висновки. Відповідно до запропонованої структури ризиків міжнародного проекту зі створення плазмохімічних елементів для енергетичних систем найбільш вірогідними слід вважати макроризики (0,439), ринкові ризики (0,248) та проектні ризики (0,178).

Список літератури

1. **Бурунсуз, К.С.** Особливості проектів розвитку енергетичних систем з використанням плазмохімічних елементів [Текст] / К.С. Бурунсуз // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2015. – Вип. 6. – С. 33-39.

2. **Бурунсуз, К.С.** Ідентифікація ризиків на стадіях життєвого циклу проектів зі створення плазмохімічних елементів [Текст] / К.С. Бурунсуз // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2016. – Вип. 4. – С. 106-112.

3. **Саати, Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати / Пер. с англ. под ред. И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь. – 1995. – 244 с.

4. **Hillson, D.** Using a Risk Breakdown Structure in Project Management [Text] / D. Hillson // Journal of Facilities Management. – № 2 (1). – 2003. – Pp. 85-97.

UDC 005.8:378

NEW TENDENCIES IN THE PROGRAMS OF SCIENTIFIC PERSONNEL DEVELOPMENT

T. Grigoryan, candidate of technical sciences
V. Torubara, degree-seeking applicant
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Global tendencies of the increasing amount of information generated, processed and used, complexity of the problems faced by the present-day society, and local features of the transition period in the economic and political situation in Ukraine all lead to an urgent necessity for the development of a system for scientific personnel training. Of particular interest are respective projects and programs.

Considering scientific personnel training through the prism of project and program management (PPM), it is important to take into account the current trends in this sphere of knowledge. Educational projects in general and projects on scientific personnel training in particular belong to a special category project management dubbed as *soft projects* [3]. Modern PPM is characterized by the following trends in its development:

1) increasing demand for project managers possessing soft skills and emotional intelligence;
2) virtualization of the activities through the use of IT tools for networking and remote work;
3) increase in the scope of application of adaptive project management;
4) increase in the demand for professionals with managerial competencies and skills;
5) automation of an ever growing number of problems and processes.

It can be noted that communication plays a crucial role in these trends. Their structure and special features indicate that operation of the system for communication of all participants in the PPM processes is becoming an increasingly decisive factor in ensuring effectiveness of management.

Another important trend is the emphasis on value creation. For example, the scientific network Rethinking Project Management (RPM) created in 2004 is based on the mechanism of *soft system thinking*, which pinpoints the human nature of organizations and relies on human resources to enhance the innovativeness of enterprises [6]. Regarding projects as social processes in the first place, PPM proposes to shift the focus from creating a product to creating value for all project participants. Ukrainian experts also highlight the relevance of the project approach based on value management [1, 2, 4].

With the beginning of the 21st century, the transition to *knowledge economy* [5] and the spread of the concept of Triple Helix (horizontal interaction of the state, universities and business) have resulted in information (comprising knowledge/skills/competencies) becoming the main source of competitive advantages. In this regard, the role of higher education as a structure that allows knowledge to be acquired, generated and disseminated is growing.

Thus, the study aimed at integrating solutions in the sphere of value-driven management of soft projects and programs for scientific personnel training are quite topical for Ukraine.

Recent works published by project management specialists do not provide a clear and unified understanding of what a system for scientific personnel training should be. At the same time, according to a quite number of indicators, it can be concluded that this system has been experiencing a crisis for last decades. This is indicated by a decrease in the number of post-graduate students, in the number and quality of defended dissertations, and a reduction in state funding for research [4].

Let us outline the main characteristics of the modern innovative system of scientific personnel training:

- orientation towards value creation;
- introduction of the *kaizen* (continuous improvement) methodology in education, which has contributed to the emergence of the concept of *lifelong education* (learning and self-improvement throughout people's life); as a rule, the modern educational process is parallel to professional activities and is aimed at creating an additional value of the specialist;
- reorientation of education from the transfer of knowledge to the development of skills and competencies, leading to individualization of the learning process and the demand for mentors;
- emphasis on the development of the required skills and competencies of scientific personnel;
- development of infrastructure and processes of access to relevant scientific information, conditioned by a substantial increase in the number of studies and the volume of scientific information in the world;
- emphasis on cooperation with leading publications included in the top ratings of the world's scientometric databases associated with the development of tools for assessing/ranking scientific papers;
- development and updating of training methods, technologies and tools, including distance learning systems.

Having analyzed these tendencies, we come to a conclusion that for increase the effectiveness learning and process of knowledge transfer should be managed as a project portfolio. Values of the stakeholders become the key driver of project initiation and execution. Further research in this area should be aimed at studying the interaction of the values of all participants of the process of scientific personnel training in order to achieve the maximum synergistic effect.

REFERENCES

1. **Bushuyev S. D., Bushuyeva N. S.** *Mekhanizmy formirovaniya tsennosti v deyatelnosti proektno-upravlyayemykh organizatsiy* [Mechanisms of value formation in the activity of project-managed organizations]. *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy– Eastern-European Journal of Eenterprise Technologies*, 2010, issue 1/2(43), pp. 4-9.
2. **Grigoryan T. G., Korznyakov A. S.** *Modeli i informatsionnyye tekhnologiyi vyyavleniya tsennosti v IT-proektakh* [Models and IT technologies for the identification of value in IT projects]. *Vistnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytety «Kharkivskyi politekhnichnyi instytut» – Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*, 2015, no. 2, pp. 80-84.
3. **Rach V. A.** *Myagkiye proekty: otlichitelnyye cherty, klassifikatsiya, masshtabnost primeneniya razvitiya* [Soft projects: distinctive features, classification, scale of application of development]. *Tez. dop. VI mizh. konf. 21–22 travnia «Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva. Pryskorennia rozvytku orhanizatsii na osnovi proektnoho upravlinnia»* [Proceedings of the 6th International Conference "Project management in the development of society. Accelerating organization development by means of project management"]. Kyiv, 2009, pp. 156-158.
4. **Rach V. A.** *Nauchnaya tsennost dissertatsionnykh issledovaniy i puti yeye povysheniya в oblasti upravleniya proektami i programmami* [Scientific value of dissertation research and ways of its increase in the sphere of project and program management]. *Upravlinnia proektamy ta rozvytok vyrobnytstva : zb. nauk. prats – Collection of scientific works "Project management and development of production"*, 2010, no. 2(34), pp. 51-58.
5. **Foray D.** Economics of Knowledge. MIT Press, 2006. 275 p.
6. **Winter M., Smith C., Morris P., Cicmil S**. Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. *International Journal of Project Management*, 2006, no. 24, pp. 638-649.

УДК: УДК: 005.8.629.5.083.5

MS PROJECT В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ СУДОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Запорожец И.М., к.т.н., доцент
Король И.А, магистр
Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова, Украина

Судоремонтные предприятия это сложное по структуре производство в техническом, технологическом и организационном плане. В процессе производства выполняются работы по докованию судов, электротехнические, механические работы, занимаются переоборудованием судов и другими работами.

Судоремонтное производство имеет свои особенности в подготовке предприятия и судов к ремонту. Подготовка судов к ремонту проводится в два этапа: предварительная и техническая подготовка судоремонтного производства. Первый этап начинается с закрепления судов за судоремонтным предприятием. Предприятия, накапливает опыт, изучает состояние судов, готовит техническую документации, заказывает необходимые ресурсы, оборудование.

Техническая подготовка производства разделяется на три стадии: общезаводскую, межцеховую и цеховую. На общезаводской стадии проводятся работы:

- калькуляция ремонтных ведомостей и заказов, оформление смет и заключение договоров с заказчиком;
- распределение проектов между строителями;
- формирование базы заказов на проекты и программы предприятия;
- составление общезаводского сетевого графика выполнения работ по проектам.

Межцеховая подготовка заключается:

- разработке технологических процессов;
- формировании базы необходимых материалов, комплектующих и других ресурсов;
- дефектации демонтированных объектов и корректировке ремонтной ведомости.

Внутрицеховая подготовка производства носит оперативный характер:

- формирование нарядов, расценка работ и учет их выполнения;
- подготовка рабочих мест и обеспечение их материалами, инструментом, оснасткой, технической документацией.

Для эффективного управления проектами, составления производственных планов и отслеживания хода реализации проекта и проектных работ судоремонтные предприятия могут использовать локальную информационную систему MS Project.

Задачи, которые решаются в информационной системе:

- разработка структурной декомпозиции судоремонтных работ (определение полного перечня работ проекта);
- формирование списка ресурсов и назначение их на работы проекта (цеха, бригады, отделы, комплектующие, оборудование, субподрядные работы и т.д);
- определение календарей ресурсов (определение времени, когда ресурс может быть назначен для выполнения работ);
- построение сетевой модели проекта (определение последовательности работ и установление связей между операциями);
- разработка сметы проекта (определение стоимости каждой работы, с учетом назначенных ресурсов и их расценок);
- расчет бюджета проекта (распределение стоимости проекта по времени и статьям затрат. Определение объемов финансирования проекта);
- мониторинг с помощью метода освоенного объема (мониторинг исполнения проекта, анализ отклонений текущего плана от базового);
- обеспечение необходимых коммуникаций между участниками проекта.

Данный инструмент позволяет формировать и управлять информацией по проекту, а также переносить ее в другие офисные продукты Microsoft. А интеграция MC Project с учетными системами предприятия позволит отслеживать ход реализации проекта по методу освоенного объема и принимать своевременные управленческие решения.

Литература:

1. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (PMBOK, Guide, 5 edition), PMI, 2013.
2. Особенности управление затратами в судоремонтном производстве / И. М. Запорожец/ Вісник НУК. – Миколаїв, 2014 р. – № 1. Режим доступу: http://evn.nuos.edu.ua/article/view/39853

УДК 005.8

ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ФОРМУВАННЯ РЕЗЕРВІВ РЕСУРСІВ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

Гайда А.Ю.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Реалізація проекту полягає у виконанні передбачених планом операцій, кожна з яких змінює стан проекту. Вплив на проект непередбачених зовнішніх та внутрішніх збурень призводить до відхилення траєкторії проекту в множині переходів станів від визначеної планом [1]. При цьому перед менеджером проекту постають задачі недопущення відхилення стану проекту від планового, або, якщо таке відхилення сталось, – коригування стану проекту. Виконання над проектом будь яких операцій (планових та коригувальних) пов'язане з використанням ресурсів [2]. При цьому, на відміну від планових операцій, ресурсне забезпечення компенсації ризиків здійснюється за рахунок резервів ресурсів або окремі роботи проекту призупиняються на час надходження ресурсів.

Величина ризику визначається як результат множення витрат на подолання наслідків небажаної події на ймовірність її настання. В умовах обмежених ресурсів постає задача такого розподілу резервів ресурсів для покриття ризиків, щоб за мінімальних витрат на резерви мінімізувати ризики.

З метою розробки загальних підходів до ресурсного забезпечення компенсаційних операцій запропоновано модель, що базується на ієрархічно впорядкованих станах проектів, переходи між якими характеризуються двома параметрами: множинами ресурсів та ймовірностями переходів. В такій інтерпретації множина станів та ймовірностей переходів може розглядатись як ланцюг Маркова, у якому вершини графа переходів ототожнюються зі станами ланцюга Маркова, а орієнтовне ребро з вершини *i* у вершину *j* проходить лише у випадку, коли імовірність переходу між відповідними станами нерівна нулю. Ресурси та ймовірності для кожного вузла розраховуються за його підвузлами, або встановлюються експертами, якщо підвузли відсутні.

Згідно з принципом оптимальності Беллмана оптимальна стратегія залежить тільки від поточного стану і мети, і не залежить від передісторії. Це означає, що кожний проміжний стан має задовольняти умовам мінімальних або максимальних показників, а граф переходів може бути розділений на підграфи.

Розрахунок оптимальних запасів для здійснення компенсаційних операцій може бути виконаний шляхом пропорційного до ризиків розподілу резервів ресурсів. Вартість можливих втрат розраховується як

сума результатів попарних множень вартості ресурсів на ймовірності відповідних переходів. Таким чином критерій ефективності вирішення задачі ресурсного забезпечення компенсаційних операцій з точки зору максимізації покриття ризиків може бути визначене як:

$$C=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(k_{i,j}p_i c_{i,j}\right)\rightarrow const, \quad (1)$$

де: C – передбачена проектом вартість ресурсного забезпечення компенсаційних операцій; p_i – ймовірність переходу в некоректний стан i, $c_{i,j}$ – вартість ресурсів компенсаційної операції для переведення проекту в коректний стан j; $k_{i,j}$ – коефіцієнт гарантованого покриття ризику.

У випадку, якщо ризиковий випадок не настане, резервування ресурсів виявиться не виправданим, при цьому умовою ефективного ресурсного забезпечення ризиків є мінімізація вартості надлишкових ресурсів, тобто:

$$P=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(k_{i,j}\left(1-p_i\right)c_{i,j}\right)\rightarrow min \quad (2)$$

Вирази (1) та (2) відповідають відомим стратегіям найменшого ризику та найбільшого гарантованого ефекту.

Вирішення задачі полягає у знаходженні таких значень коефіцієнтів ресурсного забезпечення кожної з компенсаційних операцій, для яких будуть одночасно справедливими (1) та (2) та справедливими обрані критерії вибору стратегій (Гурвіца, Вальда тощо).

Список літератури

1. Арчибальд Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами: пер. с англ. / Р. Арчибальд. –М., 2004. 472 с.
2. Гайда, А. Ю. Особенности управления ресурсами проектов наукоемких производств в судостроении [Текст] / А. Ю. Гайда, Б. Н. Гордеев, К. В. Кошкин // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв, 2011. – № 6.

УДК 005.8

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦІННІСНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЕКТІВ НАУКОМІСТКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Савіна О. Ю.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Зміни у світовій економіці вимагають якісно нових методологічних підходів до аналізу й управління розвитком наукомістких високотехнологічних галузей промисловості, зокрема й суднобудування, як гарантів конкурентоспроможності та стабільності держави. Сучасне управління портфелями орієнтується на формування портфеля проектів (ПП) на основі цінностей [1].

За своєю специфікою, наукомісткі суднобудівні підприємства реалізують велику кількість різноманітних проектів, формуючи їх в портфелі. Головна задача, що стоїть перед керівництвом та менеджерами - формування оптимального портфеля із загальної множини варіантів проектів. Для успішного вирішення поставленого завдання та досягнення стратегічних цілей підприємства пропонується функціональна модель процесу формування ПП наукомісткого підприємства (рис. 1).

Процес перетворення входів моделі в виходи відбувається за рахунок використання економіко-математичної моделі формування портфеля проектів [2].

Множина $Q = \{q_1 ; \dots ; q_k ; \dots ; q_l\}$ включає низку альтернативних варіантів проектів наукомісткого підприємства $(k = \overline{1;l})$. Реалізація кожного з проектів спрямована на досягнення стратегічних цілей підприємства і відображається в таких сферах як: виробництво, наука, інноваційна діяльність, економіка, політика, етична, соціальна, регіональна та кластерна складові. Множина базових цінностей наукомісткого підприємства формує його ціннісне поле, виходячи з якого, формується множина базових показників результативності проекту $B_k = \{b_{k1}; \dots; b_{ki;\dots}; b_{kn}\}$, $(i = \overline{1;n})$. В свою чергу, ступінь досягнення результатів кожного проекту відображається отриманими значеннями даних показників $Y_{ki} = \{y_{ki1}; \dots; y_{kij;\dots}; y_{kim}\}, (j = \overline{1;m})$.

Згідно з P2M [1] найбільш доцільними і ефективними методами оцінки цінності є: метод використання карти збалансованих показників та метод «П'ять «Е» і два «А»», які корисно застосовувати при розробці первинних показників оцінки. Враховуючи специфіку наукомістких суднобудівних підприємств та особливості управління їх проектами, необхідно обов'язково враховувати, окрім зазначених, показник інноваційної цінності в проектах, які входять до ПП.

Оскільки базові показники результативності проекту мають різну природу, будемо проводити визначення їх значень за допомогою експертної оцінки в балах, для спрощення процедури згортки їх в показник цінності проекту в подальшому. При цьому необхідно також враховувати значимість кожного з показників для досягнення стратегічних цілей наукомісткого підприємства шляхом призначення їх вагових коефіцієнтів, які можуть відрізнятися в залежності від проекту

$$W_k = \{w_{k1}; \dots; w_{ki;\dots}; w_{kn}\}, (k = \overline{1;l};\ i = \overline{1;n}),\ \sum_{i=1}^{n} w_{ki} = 1.$$

Оцінити успішність проекту пропонується за допомогою адитивного показника його цінності (value), який можна представити у вигляді формули:

$$V_k = \sum_{i=1}^{n} w_{ki} \cdot y_{kij}, (k = \overline{1;l}),$$

де w_{ki} – ваговий коефіцієнт і-го показника результативності для k-го проекту; y_{kij}– j-е значення і-го показника результативності для k-го проекту.

Таким чином, за отриманими результатами показників цінності проектів можна провести їх рейтингову оцінку. Проект, що має найбільше значення цінності, отримає найвищу рейтингову оцінку $R_k, (k = \overline{1;l})$.

Рис 1. Функціональна модель процесу формування ПП наукомісткого підприємства.

Сформувати оптимальний ПП, який дозволяє досягти максимального значення інтегральної цінності, можна шляхом вирішення завдання, представленого економіко-математичною моделлю. Цільова функція моделі – інтегральна цінність (Integral value) ПП, який вибирається з множини альтернативних варіантів портфелів $P = \{p_1; \dots; p_h; \dots; p_e\}, (h = \overline{1;e})$. Інтегральна цінність розраховується як сума цінностей окремих проектів, що входять в портфель, $IV_h = \sum_{k=1}^{l} V_k \cdot x_{hk} \rightarrow \max$.

Параметрами управління в моделі виступають $x_{hk}, (h = \overline{1;e};\ k = \overline{1;l})$, що відображають можливість включення k-го проекту в h-ий портфель. Виражаються параметри управління в моделі булевими змінними $x_{hk} = \{0; 1\}$, (1 – k-ий проект входить в h-ий портфель, 0 – не входить).

Оскільки будь-яка проектна діяльність здійснюється в умовах обмежених ресурсів, необхідно врахувати ці обмеження $\alpha = \{\alpha_1; \dots; \alpha_f; \dots; \alpha_d\}, (f = \overline{1;d})$ за кожним видом ресурсів, задіяних в проекті (матеріальним, фінансовим, управлінським, трудовим, інформаційним). На підставі наявної інформації про необхідне ресурсне забезпечення проектної діяльності наукомісткого підприємства складається матриця

потреби в ресурсах. Загальна сума ресурсів f-го виду на h-ий портфель проектів не повинна перевищувати деяке порогове значення $\sum_{k=1}^{l} r_{kf} \cdot x_{hk} \leq \alpha_f, (h = \overline{1;e};\ f = \overline{1;d})$.

Невизначеності та похибки проектів і портфелів проявляються як їх ризики. Ризики не повинні перевищувати допустимих значень, які призводять до деструктивних явищ в управлінні, відповідно модель повинна враховувати ризики і мати обмеження за ними. Тому, введемо обмеження $Risk = \{R_1; \dots; R_g; \dots; R_s\}, (g = \overline{1;s})$ за кожним видом ризиків, як існують в ПП. Показник ризику g-го виду на h-ий портфель проектів не повинна перевищувати деяке порогове допустиме значення:

$$\sum_{k=1}^{l} R_{kg} \cdot x_{hk} \leq R_g, (h = \overline{1;e};\ g = \overline{1;s}).$$

В результаті рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом, буде отримано оптимальний ПП $P_h^{опт}, (h = \overline{1;e})$, який дозволяє досягти максимального значення його інтегральної цінності IV_h^{max}.

Оскільки оптимізаційна задача лінійного програмування може мати не одне оптимальне рішення, можливе формування декількох альтернативних варіантів оптимальних ПП, що дає можливість розширити межі прийнятих управлінських рішень, сформувавши рейтинг ПП за якими можна вибрати найкращий варіант з отриманих.

Висновки. Таким чином, ПП наукомісткого суднобудівного підприємства формується із загальної множини проектів і повинен включати лише ті проекти, які дозволяють досягти максимальної інтегральної цінності для досягнення його стратегічних цілей, та мінімізувати ризики даних портфелів. Сформувати оптимальний ПП можливо шляхом використання запропонованої моделі процесу формування портфеля проектів наукомісткого підприємства та економіко-математична моделі. Оскільки представлена модель носить детермінований характер і не враховує нестабільність умов реалізації стратегії підприємства, в подальшому передбачається розробити модель управління ризиками ПП наукомістких підприємств в нечіткій постановці.

Список літератури:

1. Руководство по управлению инновационными проектами и программами: Т. 1, версия 1.2 / Под ред. С. Д. Бушуева – К. : Науковий світ, 2009. – 173 с. 2. Руденко С.В. Модель формирования портфелей проектов международной деятельности ВУЗа [Текст] / С.В. Руденко, С.Н. Гловацкая // Вісник НТУ (ХПИ), 2013. – № 2 (1174). – С.36-40.

УДК 004.4:004.7

ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ ДОДАТКІВ У АРХІТЕКТУРІ МІКРОСЕРВІСІВ

Беркунський Є.Ю., Смикодуб Т.Г.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Для створення сучасних розподілених інформаційних систем рівня підприємства останнім часом все більше використовується архітектура, що базується на концепції мікросервісів. Рішення, що збудовані на мікросервісній архітектурі мають багато реалізацій та розгортаються на більшості сучасних серверних платформ.

Однією з найпоширеніших у світі технологій хмарних обчислень CaaS (Container-as-a-Service) - Docker. Контейнер - це спосіб упаковки програмного забезпечення разом із файлами та налаштуваннями, необхідними для створення програмного забезпечення, що ізолюється від спільного використання у операційній системі. Звичайно, контейнери мають багато переваг - поряд з деякими ускладненнями та проблемами. Розглянемо основні переваги використання контейнерів для розгортання мікросервісів у порівнянні з розгортанням на основі віртуальних машин.

1. Стабільність середовища виконання (Environment consistency): додатки, що працюють у контейнерах, поводяться стабільно в різних середовищах. Це усуває суперечності середовищ виконання, та робить тестування та налагодження менш складними та менш тривалими.
2. Швидше розгортання: контейнери є легкими, вони стартують та зупиняються менш ніж за секунду, оскільки вони не вимагають завантаження операційної системи. Це, врешті-решт, допомагає досягти швидшого розгортання та високої доступності.
3. Ізоляція: контейнери, що працюють на одній машині з використанням тих самих ресурсів, ізольовані один від одного. Отже, якщо в одній програмі трапився збій, він не вплине на іншу програму.
4. Переносимість: основна перевага контейнерів - їх переносимість. Контейнер містить програму з усім необхідним для запуску, як файли конфігурації та залежності. Це дає змогу легко та надійно запускати програми в різних середовищах, таких як локальний робочий стіл, фізичні сервери,

віртуальні сервери, тестування, проміжні роботи, виробничі середовища та публічні чи приватні хмари. Ця переносимість надає організаціям велику гнучкість, прискорює процес розробки та полегшує перехід на інше хмарне середовище, якщо це необхідно.

5. Масштабованість: основною перевагою контейнерів є те, що вони дають можливість горизонтального масштабування, тобто можливість додавання більшої кількості ідентичних контейнерів в кластері для масштабування. Завдяки інтелектуальному масштабуванню, коли виконуються лише контейнери, необхідні в режимі реального часу, можна суттєво скоротити витрати на ресурси та пришвидшити рентабельність інвестицій.

Для кращого розуміння системи контейнерів, треба розглянути три наступні проблеми.

1. **Декілька контейнерів**: Як організувати управління, якщо в системі є декілька контейнерів?
2. **Декілька вузлів**: Як ми можемо розподілити трафік від кількох вузлів до окремих контейнерів?
3. **Мережа**: Як можуть декілька контейнерів взаємодіяти один з одним, якщо вони ізольовані?

Перелічені вище проблеми можуть розв'язуватись у різні способи, але вибір ефективного способу може допомогти скористатись перевагами контейнерів.

Архітектура мікросервісів розділяє монолітний додаток на компоненти, що працюють у власних контейнерах, і можуть самостійно масштабуватися як у бік збільшення, так і у бік зменшення. Використання мікросервісів забезпечує справжню масштабованість.

Таким чином, для досягнення високої доступності працює кілька контейнерів одного образу Docker. Якщо один з контейнерів вийде з ладу, то для опрацювання запитів можуть бути використані інші контейнери.

Запуск декількох контейнерів та декількох копій того ж контейнера ускладнює керування та спілкування. Docker надає кожному контейнеру власний набір віртуальних мережевих пристроїв і унікальну IP-адресу.

Звичайно, постає питання управління роботою додатку у контейнері. Для його розв'язання використовується контейнерний механізм керування[1]. Зараз існують різні механізми керування контейнерами, такі як Kubernetes, Docker Swarm та Amazon ECS. Для роботи можна обрати будь-який механізм керування контейнерами, оскільки цей механізм буде робити все описане вище.

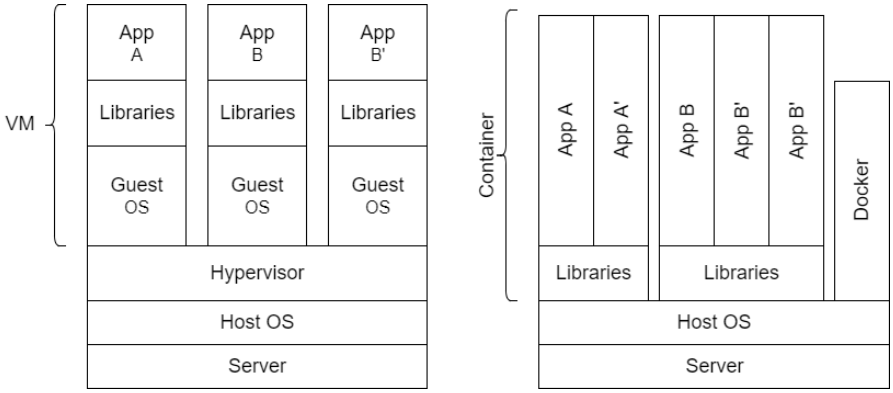


Рисунок 1 – Розгортання мікросервісів у віртуальних машинах та контейнерах

Таким чином можна зробити висновок, що найбільших переваг мікросервісна архітектура набуває за умови використання разом з механізмами контейнеризації. При цьому для встановлення та налаштування контейнерів застосовується Kubernetes. Kubernetes Controller Manager Server стабільно працює та вирішує завдання керування системою контейнерів, крім того він дозволяє керувати масштабуванням та балансуванням завантаження, а також забезпечення високої доступності.

Список літератури

1. *Vohra, Deepak.* Kubernetes Microservices with Docker / D. Vohra - White Rock, British Columbia Canada, 2016 – 456c.

Секція № 10.

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

УДК 005/336/3^378

СУДНОБУДІВНИЙ ІНЖИНІРИНГ В УКРАЇНІ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД)

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

Інжиніринг перебуває серед складових системи організаційно-економічних, науково-дослідних, інформаційно- та техніко-технологічних процесів, за результатами яких формуються необхідні передумови для своєчасного виготовлення продуктів. Ця констатація однаково справедлива для будь-яких товарів, включаючи судна та кораблі. Технологічна а у подальшому й організаційно-економічна підготовки виробництва забезпечують поєднання задумів, втілених проектувальниками у робочій конструкторській документації, з реальними можливостями корабельнь. Від так, вони беруть початок на етапі технічного проектування: опрацьовується організаційно-технологічна модель створення судна, визначається секційна структура корпусу та схема його формування, планується розподіл робіт між спеціалізованими цехами та підприємствами-постачальниками, які залучаються до співпраці на умовах аутсорсингу [1-5 тощо].

Частину інжинірингу виконують фахівці профільних підрозділів суднобудівних підприємств (проектують обладнання будівельного місця, закладку та спуск судна, його енергопостачання, розміщення різноманітних постів обслуговування того чи іншого технологічного обладнання, корегують технічну документацію верфі. Вивчення господарської практики засвідчило: фахівці, які організаційно об'єднані у конструкторських підрозділах суднобудівних корпорацій, часом надають повномасштабні інжинірингові послуги. За згаданих обставин, їхня спеціалізація обумовлюється товарною номенклатурою підприємства, до якого вони належать.

Між тим, ця кропітка та важлива робота абсолютно не принижує роль, яку відіграють у підтриманні галузі на належному інноваційному рівні економічно та юридично незалежні інжинірингові бюро. Відомості про їхню кількість у нашій країні змінюється від публікації до публікації [2-]. Їхній ретельний аналіз надає підстави для низки висновків про кардинальні зміни у сфері суднобудівного інжинірингу:

1. В порівнянні з минулим, у його структурі набули абсолютного домінування підприємства недержавної форми власності. Частина з них придбала відповідний статус в наслідок приватизації державного майна (Публічні акціонерні товариства «Чорноморсудопроект», ЦКБ «Шхуна», «Ізумруд», «Корал»). Втративши держзамовлення, менеджмент деяких з них не спромігся втримати провідні в минулому позиції і формує доходи за рахунок передачі в оренду чисельних приміщень. Половина КБ, які належать державі, перебувають у Криму.

2. За часи ринкових трансформацій відбувся перерозподіл ринку інжинірингових послуг. Пальма першості, за кількістю підприємств, належить Миколаєву. Половина з них виконує замовлення щодо суден усіх типів та призначень. Останні, між іншим, є головною складовою сукупного портфелю вітчизняних конструкторських бюро. Зважаючи на наслідки відторгнення кримського півострову, сто відсотків потужностей військового проектування сконцентровано нині у місті над Бугом.

3. Щодо організаційно-правової форми інжинірингових бюро, то вона не відрізняється надмірним різноманіттям: серед них абсолютно домінують господарські товариства, а між ними, переважають товариства з обмеженою відповідальністю. Знаходимо цьому факту пояснення: левова частка працюючих підприємств – представники нової генерації інвесторів, менеджменту та інженерів. Йдеться навіть не стільки про тривалість перебування на ринку, скільки про образ мислення і відповідний спосіб дій.

Це означає, по-перше, що їхнім ентузіазмом та залученим у справу капіталом створена індустрія надання високоінтелектуальних послуг, співставна хіба що з IT-бізнесом, який набув надзвичайного поширення і може скласти предмет національної гордості. По-друге, більшість форейторів науково-технічного прогресу відносяться до категорії малих та середніх підприємств. Прикладом з цього ряду слугує ТОВ «Марін

Дизайн Інжиніринг Миколаїв» (MDEM), основний замовник якого – голландська компанія Damen Group. Саме для неї було розроблено технічну документацію щодо будівництва:

понтонів, барж, плавучих кранів, мега-яхт;

транспортних та офшорних суден (постачальників бурових платформ, науково-дослідних, для обслуговування прибережних вітряних парків),

швидкісних поромів, лоцманських та робочих катерів, буксирів (з ВРК азимутального типу і стандартних).

Разом із відповідним нарощуванням чисельності співробітників приділялася увагу розвитку їх компетенцій, умінь і навичок. Воно й не дивно: інженери мають розумітися на особливостях проектування алюмінієвих та сталевих, стандартних і унікальних, крупно- й дрібнотоннажних, пасажирських, а також транспортних суден. Більш того, з огляду на широку географію заводів-будівельників Damen group, треба зважати на специфічні вимоги більше п'ятнадцяти верфей, розташованих на чотирьох континентах.

Оскільки MDEM виконує приблизно сорок замовлень щорічно, тримаючи під контролем в середньому 5-7 проектів одночасно, особливої актуальності набуває вдосконалення економічних методів управління підприємством. З цією метою у впроваджена корпоративна система управління, що дозволяє діагностувати перебіг будь-якого проекту з моменту його ініціації і до завершення, оперуючи як поточними показниками виконання, так і прогнозами результатів.

У інжинірингу, як вже зазначалося, цикл проектування починається з наукових досліджень, і сталося так, що MDEM знайшов своє місце і в інноваційних студіях однієї з потужніших у світі суднобудівних фірм. За її підтримки був створений відділ міцності для моделювання, аналізу загальної та місцевої міцності, власних частот коливань, стійкості, міцності фундаментів палубного обладнання; оптимізації ваги конструкції; динамічного аналізу і нелінійних розрахунків; опрацювання рекомендації щодо посилення та оптимізації конструкції.

Виявляється, що вже знайдено і імплементовано на практиці нову стратегію розвитку, яка відповідає філософії лідерів «найпросунутіших» економік. Підтвердженням цієї гіпотези є досвід Данії, який у певній частині кореспондує з теперішніми українськими реаліями. Декілька років тому там припинила існування остання велика верф – «Obense Stålskibsværft». Зусилля ж фахівців, які залишилися після цієї сумної події було сконцентровано на наданні інжинірингових послуг [6].

ЛІТЕРАТУРА

1. **Парсяк В**. Конструкторська підготовка суднобудівного виробництва: підстави для оптимізму є [Текст] / Парсяк В., Жукова О. // Економіст – 2016. – № 8. –С. 4-12

2. **Лисицкий В**. Судостроение Украины: 20 лет на пути в небытиё. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nikvesti.com/news/politics/23527

3. Підприємства суднобудування і морської техніки. Міноборонпром. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ukroboronprom.com.ua/uk/category/ struktura/za-galuzzyu/pidpryyemstva-sudnobuduvannya-ta-morskoyi-tehniky

4. Конструкторські організації, віднесені до числа наукових установ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://b2btoday.com.ua/activity/394

5. Перелік підприємств, які мають стратегічне значення для економіки та безпеки України. Постанова Кабінету Міністрів України, № 911 від 21.08.1997 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/911-97-%D0%BF

6. Інформаційний портал Polpred.com. Суднобудування, машинобудування № 1004833. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://polpred.com/?ns=1&ns_id=1004833

УДК 658:629.5(477.73)

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КЛАСТЕРУ В ПРИЧОРНОМОРСЬКОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

О. П. Гурченков, канд. екон. наук; професор;
О. Є. Мандра, маг.;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

В сучасному світі набуває популярності ідея підвищення конкуренто-спроможності регіону на основі кластерного підходу. В економіці поняття «кластер» вперше було введено американським економістом Майклом Портером в 1990 р, який дав таке визначення кластеру: «Кластер, - це група географічно сусідніх

взаємопов'язаних компаній і пов'язаних з ними організацій, що функціонують у певній галузі і характеризуються спільністю діяльності.» [4]

Розширені або конкретизовані поняття не є відмінними від основного, сутність якого викладена М. Портером. Тож кластер - сконцентрована на деякій території група взаємопов'язаних компаній: постачальників обладнання, комплектуючих і спеціалізованих послуг; інфраструктури; науково-дослідних інститутів; ВНЗ та інших організацій, які взаємодоповнюють один одного і підсилюють конкурентні переваги окремих компаній і кластера в цілому.

Для створення кластеру потрібно враховувати такі вимоги, як максимальна географічна близькість підприємств, які входять до нього; спорідненість технологій; спільна сировинна база; наявність інноваційного складника.

Найважливішою особливістю кластеру є поєднання конкуренції та кооперації між фірмами-учасницями. Тісні кооперaційні зв'язки між фірмами в кластері є передумовою утворення позитивного синергетичного ефекту, тому успіх однієї фірми в кластері є невід'ємним від його загального успіху. Також така форма організації як кластер надає його учасникам такі можливі переваги: полегшує комунікацію, знижує витрати на адаптацію і сприяє загальному забезпеченню допоміжного обслуговування (установка, налагодження, навчання користувачів, ремонт обладнання); надає перевагу в забезпеченні спеціалізованої робочої сили, що володіє високою кваліфікацією; надає доступ до спеціалізованих видів інформації з маркетингу, технологій та ін.; сприяє розвитку взаємодоповнюваності між видами діяльності та розширення продуктової лінійки учасників кластера; сприяє координації зусиль і загального прагнення до вдосконалення, що підвищує загальну якість і ефективність функціонування всіх учасників; дозволяє домогтися глибокої спеціалізації постачальників в результаті кращого розпізнавання можливостей ринку і зниження їх ризику в зв'язку з існуванням безлічі місцевих споживачів; надає перевагу до доступу до нових технологій, медодам роботи і можливостям поставок; дозволяє домогтися глибокої спеціалізації постачальників в результаті кращого розпізнавання можливостей ринку і зниження їх ризику в зв'язку з існуванням безлічі місцевих споживачів; та ін.

Під морегосподарським кластером ми розуміємо взаємопов'язану сукупність сконцентрованих за територіальною ознакою підприємств та структур у галузях суднобудування, добування і переробки марикультур (рибне господарство, розведення мідій та устриць), організацій та інфраструктури освіти та науки у зв'язку з органами державного управління території розташування кластеру. В Україні є всі передумови формування різних форм і видів кластерів, а в таких регіонах, як Миколаївська, Херсонська та Одеська області, що разом утворюють Причорноморський регіон, для створення морегосподарського кластеру є особливі передумови:

1) наявність берегової лінії довжиною більш за 721 км (Миколаївська область – 71 км, Одеська – більше за 300 км, Херсонська – 650 км), що відкриває можливість залучення морських транспортних шляхів як місцевого, так і міжнародного значення);

2) наявність берегової інфраструктури: порти та причали (в Миколаївській області – 4 морські порти, річковий порт та низка терміналів; в Одеській – сім морських торговельних портів та приватний морський рибний порт «Чорноморськ»; В Херсонській – порти Херсона та Скадовська), під'їздні шляхи (загальна довжина автомобільних шляхів перевищує 25 тис. км., серед основних автомагістралей загальнодержавного та міждержавного значення слід назвати: Миколаїв - Одеса - Кишинів; Миколаїв - Херсон - Сімферополь; Одеса - Ізмаїл; Одеса - Київ – Москва);

3) розвинена машинобудівна галузь, представлена підприємствами суднобудування, судноремонту, виробництва технологічного устаткування, електротехнічної та електронної промисловості (наприклад, в Миколаївській області - Чорноморський суднобудівний завод, завод імені 61 комунара і завод «Океан», підприємство суднобудівного машинобудування «Зоря - Машпроект»); підприємства з добування та переробки марикультур;

4) наукова складова розвитку морегосподарського кластеру представлена вищими та середніми навчальними закладами (Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Національний університет «Одеська морська академія», Херсонська державна морська академія та ін).

Висновок: формування на території Причорноморського регіону України морегосподарського територіального кластеру, на наш погляд, забезпечить більш високі темпи його економічного розвитку.

Списки використаних джерел:

1) Babkin A.V., Kudryavtseva T.J. Identification and Analysis of Instrument Industry Cluster on the Territory of the Russian Federation // Modern Applied Science, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 109—118.

2) 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.

3) Пашкевич М.С. Новітні механізми регулювання розвитку в Україні / М.С. Пашкевич/ Економіка і регіон № 3 (34). – 2012 С. 10 – 15.

4) Портер М. Конкуренция. – М.: Вильямс, 2001. – 608 с.

5) Сивакова С.Ю., Ноздрьова І.Є. Розвиток економіки регіону на основі кластерного // [Електронний ресурс].– Режим доступу:http://naukovedenie.ru/PDF/16EVN116.pdf

УДК 378.1

ЧИННИКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВНЗ

Дибач І.Л.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Передумовою успіху підприємств в сучасних реаліях ведення бізнесу є наявність кваліфікованого персоналу, що здатен швидко приймати рішення при надзвичайній мінливості економічних умов. Від так вища освіта стає визначальним фактором економічного та соціального розвитку. Сьогодні вищі навчальні заклади (ВНЗ) є невід'ємною частиною ринкової економічної системи, однією із визначальних характеристик якої є конкуренція. Враховуючи складності вітчизняного ринку освітніх послуг, мова йде, перш за все, про зменшення споживчих запитів через погіршення демографічної ситуації та спрощення доступу до закордонних освітніх центрів, українські ВНЗ мають, передусім, навчитися діяти в мовах конкурентного протистояння.

Розуміння освітньої послуги як сукупності корисних властивостей, які повинні забезпечити потреби споживачів, пов'язані з одержанням омріяного рівня кваліфікації [1] дозволяю констатувати, що здатність ВНЗ забезпечити належне отримання згаданих властивостей обумовлює рівень його конкурентоспроможності. Однак, на ринок освітніх послуг значною мірою впливає держава та її органи управління. Тож, конкурентоспроможність закладів освіти формується під впливом двох груп факторів: ендогенних та екзогенних.

Ендогенні чинники, або їх ще можна назвати регульованими, за своєю суттю є важелями, управління якими дозволяє завоювати прихильність споживача та посилити конкурентоспроможність. Опрацювання чисельної кількості публікацій [2; 3; 4; 5; 6], присвячених питанням конкурентоспроможності ВНЗ, та дослідження діяльності вітчизняних освітніх закладів дає можливість окреслити наступні ендогенні чинники конкурентоспроможності:

- якість освітніх послуг;
- професорсько-викладацький склад;
- матеріально-технічне забезпечення освітнього процесу;
- соціально-культурна база;
- цінова політика;
- діапазон освітніх послуг;
- рівень наукової діяльності;
- міжнародні зв'язки;
- престижність спеціальності;
- наявність та якість бізнес-зв'язків;
- імідж ВНЗ;
- швидкість реагування на зміни запитів споживачів (абітурієнтів і роботодавців);
- фінансово-економічне становище;
- конкурентоспроможність випускників на ринку праці;
- маркетингова активність.

Екзогенні фактори створюються незалежно від дії суб'єкта ринку освітніх послуг, є відносно статичними та складаються із: бюджетного фінансування, зміни нормативно-законодавчої бази; соціально-економічного стану в країні; політичної ситуації; демографічного становища; географічного положення.

Підводячи підсумки, зазначимо, що поширення ринкових принципів господарювання на сферу вищої освіти актуалізує питання посилення конкурентоспроможності ВНЗ. Управління конкурентоспроможністю суб'єктами ринку освітніх послуг безпосередньо пов'язане із здатністю їх менеджменту ефективно керувати ендогенними чинниками та своєчасно і відповідно реагувати на зміни факторів екзогенного характеру.

Список літератури

1. Парсяк В.Н. Управління якістю освітніх послуг [Текст] / В.Н. Парсяк, І.Л. Дибач, К.В. Парсяк. - Миколаїв: Видавництво «Талісман», 2014 р., 296 с.
2. Босак О.В. Фактори конкурентоспроможності вищих навчальних закладів в системі формування економіки знань [Текст] / О.В. Босак. – Регіональна економіка. 2008. - №4. – С. 223-227

3. Царенко І.О. Методи оцінки рівня конкурентоспроможності вищих навчальних закладів[Текст] / І.О.Царенко. - Молодий вчений. - № 2 (17). - 2015 р. – С. 122-125
4. Кравченко К.В. Управління конкурентоспроможністю вищого навчального закладу [Електронний ресурс] / К.В. Кравченко // Науковий вісник Донбасу. – 2011. – № 3. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ nvd_2011_3_17.pdf
5. ОльшанцеваТ.О. Підвищення конкурентоспроможностіВНЗ тайого розвиток з позиціймаркетингу /Т.О. Ольшанцева // Економіка сьогодення: актуальні питання та перспективи :збірник наукових праць. – 2013. – № 2. – С. 105-116.
6. Скиба М. В. Підвищення конкурентоспроможності ВНЗ України як чинника зростання рівня якості надання освітніх послуг / М. В. Скиба // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 18 : Економіка і право. - 2015. - Вип. 29. - С. 16-22. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_018_2015_29_4.

МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ МОРСЬКИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПОРТІВ

Фатєєв М.В., Поткін О.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Морські торговельні порти являються важливим елементом транспортної системи України. За останні п’ять років прийнята низка законодавчих актів, направлених на підвищення ефективності морських портів, їх інтеграцію до міжнародних транспортних коридорів [1,2]. В цих умовах для забезпечення конкурентоспроможності морських портів є необхідним постійний інжиніринг системи управління з урахуванням змін факторів зовнішнього і внутрішнього середовища.

Інформаційною базою інжинірингу систем управління є моделі бізнес-процесів організації. Процесний підхід дозволяє розглядати діяльність організації як систему бізнес-процесів, кожний із яких пов'язаний з другими бізнес-процесами або зовнішнім середовищем.

Основним питанням, яке необхідно вирішити розробнику моделі, є виділення бізнес-процесів. Принцип виділення процессу один – це результат. При цьому необхідно, щоб на одному рівні моделі були присутні однорівневі результати діяльності, і відповідно, процеси.

Для розробки моделі бізнес-процесів необхідно вирішити такі задачі:

1. Установити набір об’єктів управління.
2. Вибрати підхід до описання бізнес-процессів.
3. Вибрати конфігурацію моделей бізнес-процесів.
4. Розробити модель бізнес-процесу.
5. Заповнити параметри процесів.
6. Вибрати і призначити процесам показники ефективності діяльності.
7. Дати оцінку часу і вартості виконання кожного процесу і провести їх оптимізацію (при необхідності).

Кількість рівней декомпозиції вибирається виходячи із необхідного ступеня декомпозиції. На практиці використовуються 3-5 ступенів декомпозиції. Для опису моделі широко використовуються нотації IDEF 0 [3]. Сама верхня діаграма, на якій об’єкт моделювання представлений одним блоком з граничними стрілками, які відображають зв’язки об’єкта моделювання з зовнішнім середовищем.

Законом України [1] та Стратегією розвитку морських портів [2] визначена номенклатура функцій, які виконує морський торговельний порт. Установлені цими документами функції реалізуються системою пов’язаних бізнес-процесів.

При імплементації положень документів [1,2] необхідно враховувати особливості кожного морського порту, пов’язані з характером вантажопотоків, рівнем розвитку технологічної бази, затвердженою стратегією розвитку. Тому для розробки моделі морського порту з метою удосконалення організаційної структури та системи управління необхідним є індивідуальний підхід.

В системі ефективного управління важливим елементом є механізми оцінки результатів діяльності з допомогою числових значень. Для рішення цих задач використовуються ключові показники ефективності (KPI). Показники KPI забезпечують отримання оцінки стану реалізації стратегії, виявлення відхилень, визначення причин, що привели до відхилень та прийняття рішень про корегуючі впливи.

Висновки. Моделі бізнес-процесів портової системи дозволяють вирішити такі задачі.

1. Вдосконалення системи управління організаційно-економічною діяльністю морського порту.
2. Розробка корпоративної інформаційної системи морського порту.
3. Проектування системи логістичного управління морським портом.
4. Управління проектами розвитку технологічної бази порту.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про морські порти України» - Відомості Верховної Ради України , 2013, № 7, ст.65.
2. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року - розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.07.2013 р. № 548-р
3. Марка Дэвид А., МакГоуэн Клемент. Методология структурного анализа и проектирования SADT [текст] / М: Эксмо-Пресс, 2005, 241с.

УДК 656.615.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ПОРТОВОЇ ГАЛУЗІ

Сивоконь К.С.,* Власов Я.В., *Гришина Н.В.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв

В сучасних умовах господарювання особливого сенсу набувають умови діяльності підприємства, пов'язані зі змінами економічної ситуації для ринкового господарства, посилення чи послаблення конкурентної боротьби. В даних умовах стає питання про забезпечення економічної безпеки підприємств. Політична нестабільність створила певні проблеми, загострення яких на передній план висуває забезпечення безпеки підприємств портової галузі.

Економічна безпека як системна сукупність умов забезпечення ефективності діяльності враховує відмінності операційного середовища функціонування підприємств водного транспорту та вимоги щодо організації морських та річкових перевезень [5].

Результати досліджень економічної безпеки відображені в наукових працях зарубіжних та вітчизняних вчених, як, зокрема О. Ареф'євої, А. Бєрл'є, Ю. Благова, О. Бондаренко, Ш. Валітова,О. Вільямсона, Ю. Герасимчука,К. Гелбрейта, М. Дженсена, А. Собакарь, С. Шкарлета.

Під економічною безпекою суб'єктів підприємництва будемо розуміти стан, за якого забезпечується економічний розвиток і стабільність діяльності підприємства, гарантований захист його ресурсів, здатність адекватно і без суттєвих втрат реагувати на зміни внутрішньої і зовнішньої ситуації. Звідси виникає трактування і поняття економічної безпеки підприємств портової галузі. Воно трактується як стан підприємства, за якого забезпечується найбільш ефективне використання всіх видів ресурсів для уникнення, послаблення чи локалізації загроз і створення умов для стійкого і стабільного функціонування, досягнення високої конкурентоспроможності, незалежності й автономії в поточному і майбутньому періодах, що є результатом цілеспрямованого комплексу заходів, зокрема забезпечення оптимальності й ефективності організаційної структури, правового захисту діяльності, безпеки персоналу, капіталу, майна і комерційних інтересів.

Як підкреслюється в Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 р., від ефективності функціонування морських портів, рівня їх технологічного та технічного оснащення, відповідності системи управління й розвитку інфраструктури сучасним міжнародним вимогам, залежить конкурентоспроможність вітчизняного транспортного комплексу на світовому ринку [6].

Враховуючи особливості діяльності підприємств портової галузі, можливо сформулювати основні аспекти, яким необхідно приділяти увагу при формуванні системи економічної безпеки:

- основними цілями економічної безпеки є забезпечення високої фінансової ефективності роботи, фінансової стійкості та незалежності порту;

- економічна безпека повинна бути направлена на забезпечення технологічної незалежності та досягнення високої конкурентоспроможності;

- економічна безпека підприємств портової галузі повинна включати не тільки оцінку стану і результатів роботи підприємства, а й передбачати здійснення безперервного контролю різних складових бізнес-процесу, що впливає на фінансові результати.

Сучасний рівень розвитку підприємств портової галузі вимагає формування як зовнішнього, так і внутрішнього середовища, тому необхідно звертати увагу на існуючі загрози при здійснені діяльності підприємств портової галузі. Розглянемо складові потенційних загроз та небезпек підприємств портової галузі більш детально:

- загрози діяльності підприємств портової галузі на законодавчому рівні - це недосконаліть законодавчої бази, що проявляється у неузгодженості різних регламентуючих положень та відносин власності та договірного права, що впливає на умови виробничої діяльності підприємств портової галузі;

- загрози діяльності підприємств портової галузі на правовому рівні - зміни політичної ситуації сприяють незаконній діяльності політичних партій, громадських організацій та інших об'єднань і рухів, що може привести до політичного екстремізму і тероризму, неконтрольований відтік коштів у тіньовий сектор економіки;

- загрози діяльності підприємств портової галузі на територіально-регіональному рівні - в цьому напрямку виникають загрози при конкретній ситуації в тому або іншому населеному пункті, регіоні, де діє підприємство та практично не прогнозуються і може зробити істотний вплив на результати господарювання;

- загрози діяльності підприємств портової галузі на природно-кліматичному рівні - пов'язані загрози з надзвичайними ситуаціями природного і техногенного характеру, які приводять до порушення нормальних умов діяльності людей на об'єкті;

- загрози діяльності підприємств портової галузі на управлінському рівні: упущення, як в тактичному, так і в стратегічному плануванні, зв'язані, перш за все, з вибором мети, невірною оцінкою можливостей підприємств, помилками в прогнозуванні;

- загрози діяльності підприємств портової галузі на соціально-кадровому рівні – виявлення зростання соціальної напруженості в суспільстві напряму пов'язано зі зниженням рівня життя населення і його платоспроможністю;

- загрози діяльності підприємств портової галузі технологічного рівня полягають у недостатності місцевих сировинних і енергетичних ресурсів; недостатності розвитку транспортних і інших комунікацій, що приводить до недостатньої технологічної надійності систем забезпечення безпеки [4].

Отже, щоб забезпечувати економічну безпеку підприємств по кожній з її складових необхідно чітко розуміти та оцінювати ступінь загроз, які погрожують їх безпеці, що обумовлює необхідність подальшого вивчення цієї проблеми для формування ефективної системи економічної безпеки на підприємствах портової діяльності з урахуванням специфіки їх функціонування. Саме тому, питання забезпечення економічної безпеки буде завжди актуальним для будь-якого керівника, адже протистояти можливим загрозам внутрішнім, або зовнішнім, треба завжди.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрощук Г. А. Экономическая безопасность предприятия: защита коммерческой тайны: монография / Г. А. Андрощук, П. П. Крайнев. – К. : 2014. – 400 с.

2. Алькема В. Г. Економічна безпека морських портів як територіальних логістичних утворень. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті :зб. наук. праць / Одеський національний морський університет. – Одеса: Видавництво Одеського національного морського університету, 2014 – Вип. 32. – 239 с.

3. Кібік О.М. Передумови розвитку господарської діяльності портових підприємств / О.М. Кібік // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ. − 2015. – Вип. 28. – С. 28-36.

4. Маляр С.Б. Сутність економічної безпеки підприємств портової діяльності / С.Б. Маляр // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ. – 2015. – Вип. 30. – С. 122.

5. Новікова О.Ф. Економічна безпека: концептуальне визначення та механізм забезпечення: [монографія] / О.Ф. Новікова, Р.В.Покотиленко / НАН України, Ін-т економіки промисловості. – Донецьк, 2016. – 407 с.

6. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 р. [Електронний ресурс]. Режим доступа: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80.

7. Williamson, Oliver E. The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting / Oliver E. Williamson. — N. Y.: 2015. — 486 p.

УДК 338.2

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ РЕГІОНУ (НА ПРИКЛАДІ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Ломоносова О. Е; Ломоносов А. В.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Для суспільства, яке базується на знаннях, головною сировиною є інформація, а головним ресурсом – люди. З розвитком економіки в умовах дефіцитності багатьох видів ресурсів на перший план виходить людина зі своїм людським капіталом. Вона завжди створювала матеріальні та духовні цінності і одночасно була і є їх кінцевим споживачем. З поступовим переходом до суспільства знань роль людини зростає. Саме людина генерує, тиражує та використовує знання для виробництва продукції, виконання робіт і надання все більш різноманітних послуг, нарощування ефективності виробництва та підвищення ефективності самих знань, які без людини, у нашому повсякденному розумінні не існують і самі по собі нічого не варті.

Людський капітал є первісним по відношенню до інших складових інтелектуального капіталу, які виникають саме завдяки людському інтелектуальному капіталу. Вони є породженням знань, досвіду, творчої праці його носіїв - працівників. Крім того, людський інтелектуальний капітал сам є базою для свого подальшого розвитку. При цьому його носієм може використовуватися як особистий людський інтелектуальний капітал, так і усі інші елементи інтелектуального капіталу, які не належать безпосередньо даному працівнику.

В останній час ступінь розвитку людського капіталу все більше визначає можливості та темпи економічного підйому окремих підприємств, регіонів і країн. Особливо наочно про це свідчить досвід розвитку країн, які вже стали або стають на шлях створення суспільства знань і в яких провідним чинником розвитку суспільства є освіта. У матеріальному виробництві та сфері обслуговування їм все в більшій мірі потрібні не просто кваліфіковані працівники, а носії високорозвиненого людського інтелектуального капіталу, які були б здатні генерувати нові ідеї, створювати нову техніку, підвищувати продуктивність праці, забезпечувати необхідний рівень якості продукції, зберігати живу та уречевлену працю, підвищувати ефективність виробництва.

Разом з тим, процеси формування і накопичення людського інтелектуального капіталу як в Україні у цілому, так і у її регіонах до теперішнього часу відбувалися досить безсистемно, а інколи – і спонтанно. Для поліпшення й упорядкування цих процесів, надання їм цілеспрямованості та підвищення ефективності використання коштів, що виділяються на освіту, вони повинні регулюватися. Ними необхідно управляти як на регіональному, так і на загальнодержавному рівні. Це передбачає вивчення регіональних особливостей формування людського інтелектуального капіталу, чинників, що впливають на нього, правильне визначення напрямів і величини інвестицій, які мають на меті розвиток людини. Провідна роль при цьому має відводиться освіті, як головному чиннику нарощування людського капіталу. Але особливе значення в інформаційному суспільстві здобуває вища освіта, оскільки в цій сфері формується людський капітал вищого ґатунку – людський інтелектуальний капітал, на базі якого відбувається формування та відтворення інтелектуального капіталу. Враховуючи характерні риси вищої освіти, її разом з науково-дослідними розробками відносять до високоінтелектуального сектору економіки. За даними ЮНЕСКО національне благополуччя може бути досягнуто тими країнами, в яких 40-60 % працездатного населення має вищу освіту. Тому вже зараз однією з форм економічного змагання країн та регіонів стало їх змагання у галузі вищої освіти.

На жаль, в Україні соціально-економічні трансформації супроводжуються втратами людського інтелектуального капіталу. Основними причинами є міграція висококваліфікованих фахівців, у тому числі і науковців, а також молоді для роботи за кордоном; несприятлива демографічна ситуація; від'їзд молоді за кордон для навчання у вищих навчальних закладах (ВНЗ).

Особливо болісно такі процеси протікають в регіонах, оскільки якщо талановита молодь навіть і не виїжджає за кордон, то вона все більше надає перевагу навчанню у науково-культурних центрах України, таких як Київ, Харків, Дніпропетровськ, Львів та Одеса. Після закінчення навчання молоді спеціалісти до своїх рідних міст, як правило, вже не повертаються. Тобто останнім часом людський інтелектуальний капітал втрачається ще на стадії свого розвитку.

Херсонська область в цьому плані не є виключенням. Якщо взяти останні роки, то питома вага населення з вищою освітою у загальній чисельності економічно активного та економічно неактивного населення (у віці 15-70 років) становила:

– у 2012 році – в Україні в цілому майже 23 %, на Херсонщині – 19,6 %;

– у 2015 році – в Україні 25,3 %, у Херсонській області – 18,3 %.

Тобто відставання Херсонщини збільшується. Щоб наздогнати інші регіони і вийти хоча б на середні показники по Україні необхідно збільшувати чисельність студентів у херсонських ВНЗ. Але вона невпинно скорочується. Причому має місце і абсолютне і відносне їх зменшення.

Так, за роки незалежності кількість студентів у ВНЗ Херсонської області збільшилася з 16,2 тис. осіб у 1991-1992 навчальному році до 31,9 тис. осіб у 2008-2009 навчальному році, після чого відбулося скорочення даного показника. У 2016-2017 навчальному році його величина становила 20,7 тис. осіб, що відповідає рівню 1999-2000 навчального року.

В розрахунку на 10 тис. населення чисельність студентів ВНЗ України протягом останніх чотирнадцяти років суттєво перевищує цей показник по Херсонщині. У 2016 році в розрахунку на 10 тис. населення чисельність студентів ВНЗ становила:

- в середньому по Україні – 332 особи;
- у Херсонській області – тільки 193 особи.

Такий стан не дає підстав для сподівання, що в найближчі роки Херсонщина досягне хоча б середніх по Україні показників.

Враховуючи проблеми формування та розвитку людського інтелектуального капіталу, в Херсонській області розроблена обласна програма «Розвиток людського капіталу Херсонської області» на 2017-2021 роки. Метою програми є створення умов для забезпечення потреб регіонального ринку праці у фахівцях з гострodефіцитних спеціальностей. До останніх віднесені педагоги, медики, тренерсько-викладацький склад, працівники культури. Фінансування програми здійснюється за рахунок обласного бюджету (25 %), районних бюджетів (50 %) і сільських бюджетів (25 %).

Дана програма, на наш погляд, може розглядатися лише як перший варіант, який має доповнюватися і розвиватися. По-перше, крім проблем людського інтелектуального капіталу програма повинна охоплювати й інші складові людського капіталу (капітал освіти в цілому, капітал здоров'я, капітал культури, соціально-психологічний капітал). По-друге, важливим завданням програми має стати забезпеченість потреб Херсонської області у фахівцях з вищою освітою не тільки за вказаними, а за усіма пріоритетними спеціальностями та спеціалізаціями, які необхідні для забезпечення гармонічного розвитку регіону. Це, в свою чергу, передбачає постійне відслідковування відповідності регіонального ринку освітніх послуг потребам ринку праці з урахуванням перспектив соціально-економічного розвитку регіону і внесення відповідних змін у програму.

Для отримання оперативної інформації про стан і проблеми вищої освіти, проведення спостережень, аналізу й оцінки процесів, що відбуваються в ній, а також у відповідному секторі ринку праці, при Херсонській обласній державній адміністрації створений Науково-дослідницький центр моніторингу регіональної вищої освіти. Його організовано у 2017 році на базі наукової лабораторії економічних проблем вищої освіти, що працює у Херсонській філії Національного університету кораблебудування більше 15 років. За цей час нею накопичений великий обсяг інформації. та досвід роботи, які використовувалися і при підготовці аналітичних матеріалів для формування зазначеної програми.

УДК 338.45+656.61+656.62

АЛТЕРНАТИВНЕ ЗАВАНТАЖЕННЯ СУДНОБУДІВНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ПРИЧОРНОМОР'Я ЯК ФАКТОР ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ МОРЯ

Зінченко А.І. к.е.н., доцент
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Суднобудівна діяльність історично є одним з фундаментальних чинників інтенсифікації соціально-економічного розвитку як морських держав в цілому так і приморських територій зокрема. Вано діє як основний системоутоврюючий фактор морегосопдраських комплексів усіх рівнів. Водночас неефективне державне управління суднобудівною діяльністю призвело до його кризового стану в України, що в свою чергу сформувало у минулому зони соціальних напружень та економічних розладів у вузлових промислово-торгівельних та науково-виробничих центрах українського Причорномор'я [2].

Світовий досвід однозначно постулює про неможливість повноцінного функціонування та розвитку суднобудування без тих чи інших форм державної підтримки. Незважаючи на існуючі міжнародні угоди щодо обмеження участі держав у суднобудуванні фактичний стан речей свідчить, що сучасні світові лідери суднобудування із Азії отримували всіляку держпідтримку з метою подальшого розвитку саме економіки моря, а не суднобудування окремо [3]. В України цей досвід мав теоретичні розвідки таких вчених як Рижков С.С., Степанов В.М., Парсяк В.Н., Зінченко А.І. [2], але водночас не набув практичного застосування. Держана підтримка суднобудування знайшла своє відображення у двох нормативно-правових актах реальна користь від яких буда відчутна обмежений час в основному в рамках СЕЗ «Миколаїв» [4]. У подальшому спеціальних форм регулювання і взаємодії запроваджено не було. Був ліквідований департамент суднобудування у складі

Міністерства промислової політики, а за часом і саме Міністерство. У подальшому таке було відновлено між тим проблем суднобудування його діяльність не розв'язала.

Події 2014 року залишили основним центром суднобудування Херсоно-Миколаївсько-Одеський регіон, а також м. Київ. Водночас цілий ряд проблемних питань, не останню чергу у яких займає питання оподаткування величезних земельних ділянок заводів (тільки Чорноморський суднобудівний завод розташований на площі понад 300 гектарів), негативно впливають на розвиток цієї діяльності. Бракує внутрішніх замовлень. Разом з тим застаріла матеріально-технічна база та виїзд фахівців основних виробничих спеціальностей також не сприяють розвитку конкурентоспроможності. Відсутня державна підтримка та навіть стратегічне бачення цього.

Питання розвитку саме суднобудівної діяльності, технологій, правового та фінансово-економічного забезпечення цієї фундаментальної для економіки моря діяльності цілком залежить від вектору державної політики в цій сфері. Але нагальні питання сьогодення відсовують проблеми суднобудування на другий план в державному порядку денному.

Слід констатувати, що на сучасному етапі історичного розвитку України економіка моря є одним з найважливіших факторів забезпечення економічної, екологічної, продовольчої, енергетичної й військово-політичної безпеки як елементів національної безпеки країни в цілому [1]. Функціональною базою діяльності всього морегосподарського комплексу є флоти. Наявність в Україні потужного у минулому суднобудівного комплексу є фактор-ресурсом забезпечення соціально-економічного розвитку і сталості Причорномор'я та національної безпеки в кризових зовнішньо- та внутрішньополітичних умовах. Виробничий ланцюжок в суднобудівної діяльності характеризується тим, що створення одного робочого місця саме в суднобудуванні призводить до появи 6-7 місць у суміжних галузях [2],[7]. Тобто ефективне державне управління суднобудуванням здатне продукувати синергетичний ефект, а сфера суднобудування в цілому потенційно в змозі забезпечити сталою кількістю робочих місць значний відсоток економічно-активного населення працездатного віку.

Між тим повноцінне функціонування суднобудівної промисловості в Україні через низку об'єктивних чинників в поточних умовах вкрай ускладнене: застаріла виробнича база заводів, низька енергоефективність, брак кваліфікованих працівників (більшість з яких або виїхали до інших держав, або досягли пенсійного віку), відсутність в Україні виробництва таких критичних складових повнокомплектних судів і кораблів як навігаційне і радіолокаційне обладнання, силові установки певних типів, оздоблювальні матеріали в т.ч. хімічної промисловості та корабельні озброєння потребують інвестицій, налагодження зв'язків із постачальниками або розвитку локального виробництва згідно з державним вектором та відповідного спеціального, враховуючі особливості діяльності, режиму оподаткування та митного очищення, врахування конкурентної середи та ін. Разом це обумовлює суттєві витрати часу на організацію та імплементацію, а також критичну необхідність відповідного бачення державою зазначених процесів, формування та реалізацію відповідних стратегій, програм тощо.

Водночас наявні виробничі потужності здатні виконувати згідно зі станом і профілем та існуючими внутрішньодержавними зв'язками види продукції, що одночасно можуть забезпечити власну фінансову підтримку, збереження і р озвиток людського потенціалу та бути джерелом реінвестування у модернізацію виробничої бази під перспективні проекти і сучасні в т.ч. еко енергетичні стандарти.

Так на підставі вивчення фундаментальних тенденцій і перспектив світового природокористування на середньострокову перспективу; ґрунтовного вивчення міжнародного досвіду (зокрема Європейського Союзу [5],[6], відповідно до якого більшість країн передбачає розвиток поновлюваних джерел енергії, намагаються знизити власну енергетичну залежність у т.ч. від імпорту вуглецевого палива) з метою підвищення ефективності використання проектно-конструкторського й виробничого потенціалу підприємств сфери суднобудування, приладобудування, машинобудування і металургії України в умовах мінімізації горизонтальної конкуренції; забезпечення наукової складової диверсифікованого розвитку приморських територій нами виокремлений перспективний тип продукції, що реальний до вироблення з українського металу на українських суднобудівних потужностях та відповідає в першу чергу національним стратегічним інтересам.

У широкому сенсі це в першу чергу морські стаціонарні платформи й офшорні конструкції всіх типів, включаючи платформи для розробки підводних родовищ, на континентальному шельфі; виготовлення металоконструкцій для таких платформ; устаткування для транспортно-монтажних судів.

Конкретизуючи слід зосередити увагу на компонентах альтернативних джерел енергії, а саме - конструкцій для вітряної та приливно-відливної енергетики, у першу чергу – офшорної. Таке виробництво відповідає поточному стану виробничих потужностей, нормативно-правовій базі, актуальним вітчизняним потребам і світовому ринку такої продукції.

Це дозволить на поточному етапі підтримати підприємства сфери суднобудування замовленнями, збільшити частку української продукції на в першу чергу внутрішньому та у подальшому на світовому ринку, довантажити науково-дослідні й проектно-конструкторські установи, підвищити позитивний імідж української

продукції. Також це сприятиме державі у посиленні позицій у всіх ключових складових національної безпеки – в першу чергу соціальній та енергетичній.

Виробництво компонентів та повнокомплектного устаткування для поновлюваної, зокрема – повітряної, енергетики матиме колосальний економічний ефект як для держави в цілому так і для Причорноморського регіону. Україна володіє величезною береговою смугою в районі якої в основному і сконцентровані виробництва. Роза вітрів регіону сформована близько двома третинами вітряних дів у році. Разом це є суттєвим підґрунтям інтенсифікації розвитку вітроенергетики в Причорномор'ї.

Обробка українського металу на суднобудівних підприємствах із подальшим офшорним встановленням готових виробів територіально неподалік (низькі логістичні витрати) повинно сформувати не тільки додаткове енергетичне джерело, а і фінансовий потік, зайнятість, інвестиції, модернізацію та підвищення енергоефективності підприємств через механізм реінвестування.

Кращий світовий досвід у сфері вітроенергетики представлений країнами-членами Організації економічного співробітництва і розвитку. Лідером є Данія. Згідно з даними ОЕСР та організації Danmarks Statistik, датські вітряні турбіни щорічно виробляють понад 2300 кВт*год на жителя країни (населення близько 5,7 млн.). Це майже в два рази більше, ніж Швеція, яка посідає друге місце в списку. Відновлювані джерела енергії забезпечили в 2016 році 26,5% загального обсягу виробництва електроенергії в Данії (у 2000 році ця цифра дорівнювала 6,9%). В окремі дні енергія вітру забезпечувала 140% потреб Данії в електриці. В 2015 році майже половина електрики в країні була вироблена вітрогенераторами. Протягом останніх 15 років Данія залишається в ОЕСР країною, яка виробляє найбільшу частку вітрової енергії на душу населення , і її вироблення збільшилося на 192% за цей час [8]. До першої десятки також входять Іспанія, Німеччина, США, Великобританія, Норвегія, Бельгія, Нідерланди та Канада [9].

Реалізація концепції дозволить в перспективі технічно переозброєним суднобудівним підприємствам якісно по-новому вийти на внутрішній ринок суднобудівної продукції, що є підґрунтям розвитку всіх форм економіки моря, а також забезпечити, разом із відповідним державним регулюванням, принципову можливість повернення національного прапору в цей вид економічної діяльності.

Зазначені висновки покликані системно продукувати синергетичний ефект у в першу чергу соціальній, енергетичній та економічній сферах розвитку українського Причорномор'я, активізації національної морегосподарської діяльності та усіх форм економіки моря перспективними вітчизняними флотами збудованими на оновлених вітчизняних потужностях та укріпленню всіх компонентів державної незалежності і національної безпеки України.

Список літератури

1. Борисов Е. А. XX-XXI столетия в кораблестроении: влияние стратегических целей внешней политики государств на развитие средств вооруженной борьбы на море/ Е. А. Борисов, В. Ю. Вантроба. – Николаев: ООО «Фирма «Илион», 2009. – 490 с.

2. Зінченко А.І. Інструментарій забезпечення розвитку суднобудівних підприємств України. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.04 – Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності). – Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України, Одеса, 2009.

3. Логачев С. И., Чугунов В. В., Горин Е. А. Мировое судостроение: современное состояние и перспективы развития /. С. И. Логачев, В. В. Чугунов, Е. А. Горин. – [Изд. 2-е, доп. и перераб.] – СПб.: Мор Вест, 2009. – 544 с., ил.

4. Невзоров М. Летучий голландец: куда плывет судостроение Украины [Електронний ресурс] / Михаил Невзоров. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: https://news. pn/ru/RussiaInvadedUkraine/108813

5. Кудря С.О., Тучинський Б.Г. Предпосылки, стимулы и перспективы развития ветроенергетики в Европе и Украине// Міжнародній науковий журнал «Альтернативная энергетика и екология». – 2011. – №8. – С.29-37.

6. Мхітарян Н.М., Кудря С.О., Рєзцов В.Ф., Суржик Т.В. та інші Матеріали XIIміжнародної науково-практичної конференції «Відновлювана енергетика XXIстоліття». – Київ:ТОВ «Видавництво Вікторія», 2011- с. 520.

7. Пояснювальна записка до проекту Закону України "Про проведення економічного експерименту щодо державної підтримки суднобудівної промисловості" [Електронний ресурс]: режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34?id=&pf3511=43167&pf35401=220791

8.Statistics Denmark. [Електронний ресурс]: режим доступу http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1280

9. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [Електронний ресурс]: режим доступу http://www.oecd-ilibrary.org/energy;jsessionid=s50fjr3nsnsm.x-oecd-live-02

УДК 65.012.45

УПРАВЛІННЯ КОМУНІКАЦІЯМИ В МАЛИХ ПРОЕКТНИХ ГРУПАХ

Парсяк К.В.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Херсонська філія)

Серед різноманіття планових рішень, які приймає менеджмент підприємства (бізнес-політика, мета, цілі, стратегії, програми тощо) чинне місце посідають проекти. Їхня особливість полягає у вирішенні певних задач поза організаційними структурами та календарними періодами, на які розподілено термін діяльності організації. Інакше кажучи, це плани, що не поновлюються, бо кожного разу ситуація, яка передує розробці проекту та його відповідний зміст є так чи інакше унікальною [1, 2]. Управління проектом, як, між іншим, будь яким іншим об'єктом, пов'язане з виконанням низки взаємопов'язаних функцій: розробки послідовності дій залученого персоналу, організації, координації, контролю, мотивації. Беззаперечною умовою їхнього ефективного здійснення є комунікації.

Їхня роль набуває особливого значення для управління корпоративними командами, які відносяться до категорії малих груп – нечисельних спільнот, об'єднаних навколо виконання певного виробничого завдання. Призначення менеджера проекту полягає у перетворенні їх у потужні команди, що працюють злагоджено, не порушують встановлених дедлайнів, бездоганно виконують вимоги замовника і керівника.

Вважаємо, що корпоративні комунікації існують у двох вимірах: як інституції та як процеси. У першому випадку йдеться про організаційно-правове забезпечення спілкування особистостей під час роботи. На фізичному рівні воно реалізоване у формі інструкцій, регламентів, положень, наказів та розпоряджень. У свою чергу, ці документи ґрунтуються на законодавчих актах, рішеннях органів корпоративного управління (збори акціонерів, рішення рад директорів, правління тощо). Щодо процесу, то комунікації це – обмін прямою та зворотною інформацією, який сприяє досягненню командою поставлених цілей та, у широкому сенсі, забезпечує підвищення індивідуальних та групових компетенцій. Він відбувається безпосередньо впродовж роботи над проектом, а також у неформальній обстановці (корпоративи, тренінги, конференції, семінари тощо).

Турбулентність у зазначеній системі комунікацій призводить до: порушення термінів виготовлення та якості продуктів, підвищує рівень стресу у керівника та виконавців, породжує конфлікти, викликає незадоволення топ-менеджменту, зменшує конкурентоздатність підприємства. Саме тому треба робити усе можливе, аби уникнути її. З узагальнення накопиченого досвіду власної роботи, робимо висновок, що управління комунікаціями в малих проектних групах відбувається у наступній послідовності (рис.).

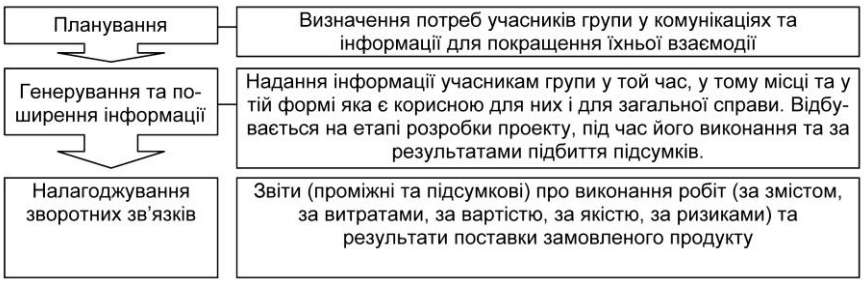


Рис. Етапи управління комунікаціями в малих проектних групах

Розділи плану комунікацій визначаються потребами менеджменту, часовими обмеженнями, у яких він перебуває, злагодженістю команди, яка позначається на порозумінні між учасниками групи. Від так, наведемо ті з них, які виглядають найуживанішими (табл.)

Таблиця Розділи плану інформаційних обмінів у малих проектних групах

Найменування	Зміст
Ролі	Перелік осіб, зацікавлених у комунікаціях. Персоніфікована відповідальність за певні їх аспекти
Інформація	Відомості, яких потребують ті чи інші особи
Загальні положення	Мета, завдання. Посадова особа, на яку покладено обов'язки з актуалізації плану
Методи.	Наради, звіти, конференції (реальні та у Інтернет-просторі), дзвінки, листування тощо, передбачені корпоративними стандартами або інноваційні
Інструменти	Програмні засоби (наприклад, MindManager), Kanban-дошки [3], таблиці
Записи	Усі, що мають відношення до комунікацій, та місце їхнього зберігання
Звітність	Номенклатура, формат, терміни, отримувачі
Регламенти	Терміни та тривалість комунікацій

ЛІТЕРАТУРА

1. **Парсяк В.Н.** Малий бізнес в системі корпоративних відносин [Текст] / В.Н. Парсяк. // Херсон: «ОЛДИ-плюс». – 2003. – 445 с.

2. **Парсяк В.Н.** Планування господарської діяльності малих та середніх підприємств. [Текст] / В.Н. Парсяк, М.Б. Журавльова. // К.: Інститут аграрної економіки УААН. – 2001 р. – 191 с.

3. Increase team performance with a visual project management tool. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kanbantool.com/

УДК: 336.49:378.3

EINE STIFTUNG - IST EIN INSTRUMENT FÜR DIE SICHERSTELLUNG DER ÖKONOMISCHEN SICHERHEIT VON DEN UNIVERSITÄTEN.

Parsyak Y.
Internationaler Bund (IB), Freier Träger der Jugend-, Sozial- und Bildungsarbeit e.V.

In der Bildungsbranche der Ukraine gibt es wieder neue Reformen. Diesmal tangieren sie die Hochschulen: unter anderem wurden die Berechnungen von Stipendien überprüft, es wurde eine neue Regelung zur Verteilung von staatlich subventionierten Plätzen vorgeschlagen, die externe unabhängige Bewertung wurde auf die Magister und ausländische Studenten erweitert. Gleichzeitig nimmt die allgemeine ökonomische Situation Einfluss auf die ökonomische Lage von den Anbietern der Bildungsangebote. Diese, wie auch alle anderen, müssen Mietkosten tragen, Investitionen in Gebäudeerweiterungen tätigen einerseits und andererseits bestehende Räumlichkeiten renovieren (dabei betrifft das nicht nur die Hörsäle, sondern auch die Forschungslabore), sowie neue Ausstattung und das Inventar einkaufen.

Diese Situation macht das Konzept des akademischen Kapitalismus aktuell. Dieser Situation wurde eine große Anzahl von Publikationen gewidmet [1, 2, 3, 4 usw.]. Wenn man versucht die dort aufgeführten Gedanken zusammen zu fassen, dann kann man feststellen, dass es sich um den Versuch von Wissenschaftlern, Dozenten, Administration handelt, die Ressourcen der Hochschulen abzusichern oder sogar zu erhöhen. Dabei versucht man die Marktorientierung von den Resultaten der eigenen Arbeit zu erhöhen. Die erwähnten Resultate können sein: z.B. das Erlangen wissenschaftlicher Förderungen, der Abschluss von Verträgen mit der Industrie oder staatlichen Organisationen oder Immatrikulation von Studenten, welche für das eigene Studium zahlen werden. Es ist offensichtlich, dass für den Zugang zu den begrenzten externen Quellen, sich ein beachtlicher Wettbewerb entwickelt.

Die Stiftung [6], als eines der Instrumente für die ökonomische Sicherheit von den Hochschulen, zieht besondere Aufmerksamkeit auf sich. Die Stiftung ist die Summe der Geldbeträge oder Wertpapiere, welche von einem Förderer auf das Bankkonto oder eine alternative finanzielle Institution (z.B. Investitionsfond) eingezahlt wird. In diesem Fall bekommt der Erwerber das Recht die Prozente oder Dividende von dem Betrag zu verwenden. Gleichzeitig hat der Erwerber keinen Anspruch auf den eingezahlten Betrag selbst. Zumindest bis zum Erhalt einer ausdrücklichen Zusage vom Förderer. Der ukrainische Gesetzgeber lenkte die Aufmerksamkeit auf die Stiftung im Gesetz über die Hochschulbildung [7]: die Summe der Geldbeträge oder des anderen Vermögens, die für die Investition oder Kapitalisierung bestimmt wurde, für eine Periode von mehr als 36 Monaten, die als passiver Ertrag angesehen wird, welche von der Hochschule für die Verwendung in ihrer vom Statut verankerten Aufgaben festgelegt wurden, unter Berücksichtigung der Regeln, die von dem Förderer oder von einer von dem Förderer bevollmächtigter Person bestimmt wurden.

Wie die Stiftung funktioniert kann man auf dem Bild sehen. Es ist erkennbar, dass die Gesellschaft für die Vermögensverwaltung unverzichtbar ist, weil die Aktiva einer Stiftung nicht nur die Geldbeträge, sondern auch die Wertpapiere (Aktien, Anleihen) oder Immobilien beinhaltet. Manchmal werden sie nach dem Testament des Förderers oder auch anonym zur entsprechenden Verwendung freigegeben.

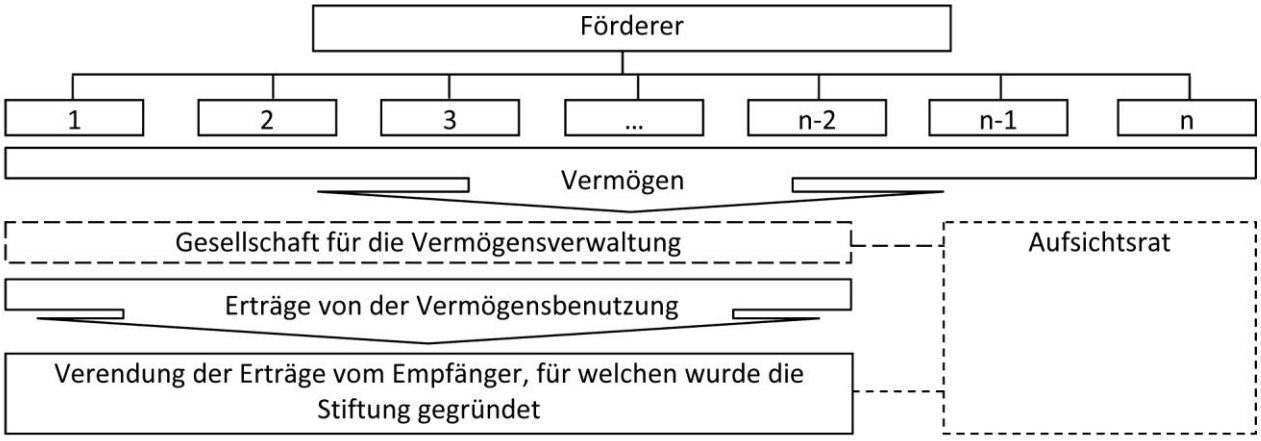


Bild. Schema für die Funktionalität einer Stiftung

Die Stiftung ist verbreitet in Ländern mit hoch entwickelter Wirtschaft. In Harvard beträgt die Stiftung ca. 40 Milliarden USD. Wir glauben, es ist an der Zeit, diese positive Erfahrung auf die Ukraine zu übertragen.

LITERATUR

1. **Кльов М.В**. Академічний капіталізм в освітній системі: сутність та особливості / М.В. Кльов // Реалії суспільних наук у забезпеченні стабільності глобальних світових процесів у XXI столітті: матеріали міжнародної науково – практичної конференції. – Київ. – 2014. – С. 40-42.

2. **Ylijoki O.-H.** Entangled in Academic Capitalism? A Case-study on Changing Ideals and Practices of University Research / O.-H. Ylijoki // Higher Education. – 2003. – Vol. 45, № 3. – P. 307-335.

3. **Парсяк В.Н.** Управління якістю освітніх послуг [Текст] / Дибач І.Л., Парсяк К.В. // Миколаїв: «Талісман». – 2016. – 296 с.

4. **Shaughter S.** Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entpepreneurial University [Текст] / **S. Shaughter,** L. Leslie // Baltimore: Johns Hopkins University Press. – 1997. – 276 p.

5. Парсяк В.Н. Трансформація діяльності операторів ринку освітніх послуг на засадах корпоративного менеджменту [Текст] / В.Н. Парсяк, І.М. Драгомирова // Миколаїв: «Талісман». – 2010. – 173 с.

6. Податковий кодекс України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2755-17

7. Закон України «Про вищу освіту». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18

УДК 656.073: 629.5.081.5

ЛОГІСТИЧНІ ЛАНЦЮГИ В УПРАВЛІННІ СУДНОБУДІВНИМИ КЛАСТЕРНИМИ СИСТЕМАМИ

Поткін І.О.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Суднобудівна галузь являє собою єдиний багатопрофільний комплекс підприємств і організацій, який здійснює різні етапи і стадії проектування та побудови суден: корпусні роботи, виготовлення суднового обладнання та устаткування, виконання електромонтажних, ізоляційних та інших робіт, включаючи ремонтні роботи і модернізацію суден. Крім того, суднобудування об'єднує у своїй продукції результати великої кількості суміжних галузей промисловості (металургії, машинобудування, електроніки та інших). Труднощі імплементації основних положень логістики на вітчизняних суднобудівних підприємствах полягають у незадовільному економічному та технічному стані цієї галузі. Для вирішення питань планування, прогнозування, оптимізації та стратегічного розвитку суднобудівних підприємств необхідний інтегрований підхід до системи управління.

Для українських суднобудівних та судноремонтних підприємств в сучасних умовах є доцільним використовувати світовий досвід створення стратегічних інтеграцій в формі економічних кластерних систем. В

[2] викладено підхід формування суднобудівних кластерів, який базується на використанні конкурентних переваг учасників кластера по функціям операційної і управлінської діяльності.

До сучасних інноваційних моделей розвитку підприємств відноситься застосування логістичного підходу в управлінні кластерними об'єднаннями. Під логістикою розуміється насамперед ефективне управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками для досягнення корпоративних цілей при оптимізації витрат всіх ресурсів.

Для кластерних систем характерні численні складні зв'язки, як внутрішні так і зовнішні, орієнтовані на відносини учасників кластера з навколишнім середовищем. В рамках побудови єдиної логістичної мережі окремі елементи виробничої діяльності – постачання, перевантаження, складування, обробка замовлень, перевезення, збут – розглядаються як взаємопов'язані і взаємозалежні складові.

Суднобудівна кластерна система характеризується наявністю множини потокових процесів та пов'язаних з ними інформаційних потоків. Тому представлення кластерної інтеграції в формі логістичного ланцюга дає можливість використання моделей і механізмів оптимізації по заданим критеріям: доходи, прибутки, витрати, якість, конкурентоспроможність та ін. [1].

Для оцінки ефективності елементів кластерної системи доцільно використовувати збалансовану систему показників [3]. Ця система передбачає формування номенклатури показників, які відображають всі аспекти діяльності системи – як фінансові так і не фінансові.

В цілому використання механізмів логістичного управління в проектах створення та функціонування суднобудівних кластерних систем повинно забезпечити конкурентоспроможність окремих учасників та кластера в цілому.

Список використаної літератури:

1. Харрисон А. Управление логистикой: разработка стратегии логистических операций / А.Харрисон, В.Х. Ремко: пер. с англ.; за науч. редакцией О.Е. Михейцева. – Д.: Баланс Бизнес Букс, 2007. – 367 с.

2. Фатеев, Н.В. Логистическое управление в судостроительных кластерных системах [Текст] / Н.В. Фатеев, И.М. Запорожец // Зб. наук. праць, НУК. — Миколаїв, 2014 р. — №3 (453). — С. 106 – 110.

3. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок [Текст] : учеб. пособие / Е.А. Смирнова. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 120 с.

УДК 168.4:519.71

СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

Трунин Константин Станиславович к.т.н., доцент,
кафедра менеджмента НУК имени адмирала Макарова

Людина дуже тісно пов'язана з різними технологіями. Взагалі будь-яка сторона життя неможлива без використання різних технологій. Завданнями технології є виявлення фізичних, хімічних, механічних, комерційних, соціальних, екологічних та інших закономірностей про природу перетворення оброблюваних речовин із одного виду в іншій з метою визначення й використання в широкій практиці найбільш ефективних виробничих процесів. Відбиття їхніх тимчасових тенденцій дозволяє здійснювати прогнозування напрямків і темпів розвитку технологій і виробництва [6]. Технологія – це свідомий вибір і побудова комбінації і послідовності дії для отримання необхідного ефекту, на що й спрямована технологія окремого циклу менеджменту.

Як відзначав Заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії педагогічних наук України, доктор технічних наук, професор Ю.Ф. Зіньковський [2], сучасний етап розвитку людства характеризують випереджувальні темпи технологічної еволюції стосовно еволюції духовної. Постійне пришвидшення еволюційного революційного розвитку техніки і технології призводить до все більшої технократизації самого стилю мислення людини; людина отримує знання насамперед з технічної практики. Пришвидшене впровадження наукових відкриттів у виробництво, висока технологічність останнього і швидка зміна об'єктів виробничої діяльності змушують фахівця швидко перекваліфіковуватися або шукати іншу роботу, зокрема і за кордоном. Людині з вищою освітою повинна бути притаманна професійна і соціокультурна мобільність, вміння швидко змінювати вид професійної діяльності аж до зміни галузі діяльності, реалізуючи свої здібності і творчий потенціал у різних сферах життєдіяльності суспільства.

Поняття технології відрізняється від поняття процесу менеджменту тим, що технологія формується свідомо, а процес відображає природний хід подій, незалежний від цілей і ситуацій, проблем і умов. У

розумінні процесу менеджменту лише констатується факт існування мети й ситуації, проблеми та управлінського рішення. В технології менеджменту свідомо вибудовується послідовність дій, відповідних властивостей процесу менеджменту, але відображають специфіку мети, а також можливості оцінки ситуацій і вирішення проблем [6].

Думка про створення штучного аналога людського розуму виникла задовго до появи в першій половині XX ст. перших ЕОМ. Плин механістичного матеріалізму (XVI-XVII ст.) , який виник на хвилі успіхів у фізиці й ґрунтувався на припущенні, що увесь світ можна розглядати як механізм [4, с.14]. Інтелект людини не став виключенням у цьому випадку. Рене Декарт, зокрема, у своїй роботі «Міркування про метод» (1637 р.) висловив думку, що тварина являє собою якийсь складний механізм. Так і з'явилася механістична теорія, послідовниками якої були Галілео Галилей, Роберт Гук, Роберт Бойль, Ісаак Ньютон і багато інших не менш відомих світил науки.

Декарт залишив за собою право бути автором теоретичної основи штучного інтелекту. Вільгельм Шикард, Блез Паскаль, Готфрид Лейбниць стали піонерами в створенні перших «розумних» машин. Ця ідея прижилася й стала основою для роботи Чарльза Бэббиджа й Ади Лавлейс – учених, які працювали над створенням перших програмувальних машин [4 с.14]..

НТР сприяла розвитку «інтелектуальних машин» (визначення, автором якого є винахідник механічних пристроїв для пошуку й систематизації, перфорованих карт – російський учений Семен Миколайович Корсаків), і в першій половині XX ст. один за одним почали з'являтися роботи, які стали основою для розвитку сучасного штучного інтелекту. Бертран Рассел й А. Н. Уайтхед зробили революцію у формальній логіці, опублікувавши свою працю за назвою «Принципи математики» в 1910-1913 р. А вже в 1943 р. була представлена стаття «Логічне вирахування ідей, що відносяться до нервової активності» (автори У. Мак-Каллок й У. Питтс), у якій уперше заговорили про нейронні мережі й показали модель штучного нейрона. Через шість років, в 1949 р., Д. Хебб описав способи навчання конструкції, що складається зі штучних аналогів кліток людського мозку, у своїй праці «Організація поводження». Дійсну революцію в цій галузі зробив Алан Тьюринг, що в 1950 р. розповів у своїй статті «Обчислювальні машини й розум» про те, як за допомогою тесту можна визначити близькість інтелекту комп'ютера до людського. Емпіричний тест Тьюринга дотепер використається для перевірки здатностей штучного інтелекту.

Виникнення штучних нейронних мереж (ШНМ) пов'язане з розумінням того, що мозок живого організму працює інакше, ніж комп'ютер. Мозок людини – це дуже складна нелінійна паралельна інформаційно-керуюча система, здатна до мислення, нагромадження й відновлення інформації, вирішення проблем. Ця система складається з досить однотипних будівельних блоків – нервових клітин, або нейронів, що являють собою прості елементи обробки сигналів, які отримують і комбінують інформацію від інших нейронів через входи – дендрити [5, с.3]. З інженерної точки зору ШНМ – це паралельно розподілена система обробки інформації, утворена тісно зв'язаними простими обчислювальними вузлами (однотипними або різними), що має властивість накопичувати експериментальні знання, узагальнювати їх і робити доступними для користувача у формі, зручній для інтерпретації й прийняття рішень.

На сьогодні є всі підстави говорити про досягнення певних успіхів нейромережевих технологій у вирішенні складних завдань як суто наукових, так й у сфері техніки, бізнесу, фінансів, медичної діагностики та інших галузей, пов'язаних з інтелектуальною діяльністю [5, с.3].

Штучний інтелект потрібний для того, щоб робот допомагав людині в складних завданнях. Поки що він більше задіяний у механічних роботах, робить важку фізичну роботу, працює в небезпечних умовах. Зараз уже є роботи, які допомагають у творчому процесі, але ж для цього потрібний інтелект. Він також необхідний і для фізичної роботи в складних умовах, коли ми точно не знаємо, де там що є, а йому потрібно знайти й виконати певну роботу. Незабаром наукові дослідження будуть проводити роботи, так що вчені, схоже, самі собі створюють проблему – адже в майбутньому їх чекає безробіття.

Технологічний прогрес – незмінна складова розвитку й поступального руху нашого виду вперед, і зараз, в XXI в. ми стоїмо на порозі 4-ої промислової революції – явища, що загрожує існуючим нормам у сфері праці, економіки й випливаючої з її політики. Аналітики корпорації з керування активами Bernstein пророкують кардинальну зміну парадигми розвитку сфери праці, викликану підвищеними темпами автоматизації й роботизації виробництва в провідних країнах світу [1, с. 14]. Відповідно до думки аналітиків, світ стоїть на порозі нового капіталізму, що суперечить постулатам Адама Смита, і містить у собі погрози й переваги глобального характеру. Впровадження машин дозволяє як уникнути витрат на страхові й пенсійні відрахування співробітникам, так і значно підвищити якість виробництва, підводячи його під єдиний стандарт без ризику людського фактора. Тому одним з найважливіших питань майбутнього сфери виробництва, згідно Bernstein, є тенденція до заміщення праці людини працею машинним. У першу чергу під загрозою перебувають професії, що припускають механічне повторення заданих дій. Так, світовий лідер в області збирання й виробництва КНР витрачає $ 3 млрд US$ у рік на роботизацію виробництва, що робить країну ще більш конкурентоспроможною за рахунок скорочення витрат [1,с. 14]. Зокрема, компанія-збирач Foxconn, відома співробітництвом з Apple, Google й Amazon, уже зараз скоротила 60 тис. робітників, віддавши перевагу автоматизації виробництва.

Зміцнити положення робітників може, як не парадоксально, ріст їхньої заробітної плати. Як помітив колишній генеральний директор мережі Mcdonald's Ед Ренсі, компанії вигідніше одноразове придбання робота на $ 35 тис. US$ для готування картофеля-фри, ніж наймання працівника, година роботи якого обходиться в 15 US$. Тим самим боротьба за більше гідний рівень зарплати може згубно позначитися на положенні профспілок та їхніх членів. Зокрема, уже зараз починає застосовуватися безпілотний транспорт, що дозволяє здійснити перевезення вантажів компанією Uber, чия вантажівка переборола 120 миль без якого-небудь втручання з боку людини, доставивши 50 тис. банок пива.

Що характерно, тиск із боку технологій мають і представники більш престижних професій, що вимагають куди більших знань і досвіду. Уже зараз нейронні мережі використаються в медицині для діагностування й проведення аналізу рентгенографічних знімків і знімків МРТ, прогнозування розвитку ракових захворювань; у розпізнаванні осіб й об'єктів на фото, широко застосовуються при автоматизованому перекладі й т.п. [1, с. 15]. Статистичні дані й сервіси, що зберігають інформацію про життєдіяльність і потреби мільйонів людей, від їхнього списку покупок до запитів у пошукових системах, уже зараз здатні позбавити частини роботи представників служб PR і політичних консультантів, що було продемонстровано в ході останньої передвиборної кампанії в США, де штаб обраного президента Д. Трампа активно вдавався до допомоги IT-сектора.

Завідувач відділом інтелектуальних відеосистем реального часу Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України Віталій Боюн вважає роботів ефективним засобом заміни ручної роботи на виробництві й в екстремальних умовах [3]. Учений розповідає, що роботи першого покоління могли діяти тільки в структурованому середовищі й були строго програмованими. Роботи другого покоління вже були здатні «відчувати», взаємодіяти із зовнішнім середовищем, виконувати різні маніпуляції із предметами в обстановці, що змінюється [3, с.75]. «Третє покоління – це так називані інтелектуальні роботи. Їхньою характерною рисою є здатність до навчання й адаптації в процесі рішення завдань, – пояснює Віталій Боюн. – Взагалі інтелектуальний робот повинен розуміти мову й вести діалог з людиною, формувати в собі модель зовнішнього середовища, розпізнавати й аналізувати складні ситуації, планувати поводження й траєкторію руху в умовах неповної інформації про навколишнє середовище».

Учені обережно прогнозують, що до 2050 року штучний інтелект випередить за рівнем розвитку людський розум [3, с.80]. Учені охоплені прогресом і повні впевненості в тім, що контролюють події.

Згідно Associatedpress, з 1979 р. у США було ліквідовано близько 7 млн робочих місць, у той час як обсяг випускаємої продукції тільки збільшувався [Босиков. С. 15].. За оцінками дослідників з Оксфорда, під ризик повного заміщення роботами підпадають 35 % від загальної кількості трудящих Великобританії, 47 % – США, а в КНР без роботи ризикують залишитися 77 % працевлаштованого населення. Також на Всесвітньому економічному форумі було зазначено, що вже до 2020 р. в 15 найбільш розвинених економіках світу буде на 5 млн робочих місць менше.

Подібні тенденції не просто звертають пильну увагу на питанні соціальної захищеності, але й виводять проблему розвитку й впровадження технологій на вищий політико-економічний рівень. Роботизація, зокрема, значно підсилить нерівність між окремими верствами населення, збільшивши соціальну, а отже, і політичну напруженість. Обіцянка новообраного президента США Д. Трампа про створення нових робочих місць може стикнутися із труднощами, викликаними розвитком технологій. Необхідність пошуку нових місць роботи може кардинально змінити традиційні потоки мігрантів і перенаправляти їх у технологічно менш розвинені країни, викликавши соціальні потрясіння або навіть виступ проти широкомасштабного впровадження технологій у сферу виробництва, як уже було у випадку з рухом луддитів в XIX в., що виступали проти плодів промислової революції [1, с. 16].

Несправедливо не відзначити, що роботизація також може й, навпроти, створювати нові робочі місця, вимагаючи розвиток служб обслуговуючого персоналу, контролю, технічного супроводу й т.п. Іноді це розглядається як вирішення проблеми безробіття, що справедливо, однак, лише у випадку значного підвищення кваліфікації існуючих кадрів, що саме по собі є додатковим навантаженням на будь-яку державну або приватну структуру й знову ж буде вимагати наявності політичного рішення.

Висновок: Роботизація виробництва й впровадження нових технологій – процес небезпечний та потребуючий ретельного підходу до кожного з аспектів його втілення. Скорочуючи робочі місця й підсилюючи розшарування в суспільстві, забезпечуючи більш високі стандарти виробництва й прориви в сферах окремих галузей господарства, це неоднозначне, але об'єктивно закономірне явище стосується основ нашого суспільства, його життя й праці. Відповіді на ці питання повинні бути знайдені спільними зусиллями технічних, соціальних і політичних наук у найближчі роки. Нам же залишається ретельніше підходити до питання створення й планувати майбутнє з урахуванням можливості, що в один день саме нас можуть замінити чимось або кимось, не потребуючими ні відпочинку, ні прав, ні зарплати.

Література:

1. Босиков Роман. Роботизация производства и рынок труда // Наука и техника, №2, 2017. – с. 14-16.

2. Гліненко Л.К., Смердов А.А. Технологія інженерного проектування: структурний синтез технічних та біотехнічних систем: Навч. посібник. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. - 388 с.
3. Загоруй Ярослав. Я, Робот // Наука и техника, №9, 2010. – с. 74-81.
4. Родина Виктория. BLUE BRAIN PROJECT РАСКРОЕТ ТАЙНЫ РАЗУМА К 2020 г. // Наука и техника, №7, 2016. – с. 14-18.
5. Руденко О.Г. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник [Текст] / О.Г. Руденко, Є.В. Бодянський. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 404 с.
6. Трунин К.С. Менеджмент і системи технологій // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК, 2016. – 544 с. (с. 384-385).

УДК 614.8

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ В СУДНОБУДУВАННІ

Тубальцев А.М.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Технологічний процес зварювання металевих кострукцій є одним з основних у сучасному виробництві. Зварювальні процеси широко застосовуються в суднобудівній промисловості. У зварювальному виробництві зайнято тисячі зварників. Їх праця характеризується високим ступенем ризику травматизму.

Із загальної кількості випадків травмування зі смертельним наслідком 3% припадає на професію “газоелектрозварник”.

Щоб ефективно займатися профілактикою виробничого травматизму необхідно постійно відслідковувати оперативні дані про травмованих працівників, аналізувати причини та осередки травмування.

Автором проведено дослідження стану безпеки праці газоелектрозварників за матеріалами спеціальних розслідувань нещасних випадків на виробництві, які надійшли до Національного науково-дослідного інституту охорони праці за останні 3 роки.

Аналіз цих даних свідчить, що виконувані газоелектрозварниками роботи під час нещасного випадку відповідають профілю їхньої професії.

Встановлено, що найбільша кількість випадків травмування під час зварювальних робіт відбувається:

- у цехах заводів - 32%;
- під час демонтажів конструкцій – 12%;
- на будівництві та в траншеях — 5% .

Встановлено, що найбільш травмонебезпечними подіями для газозварників є:

- падіння, падіння з висоти на землю – 25%, у тому числі понад 50% припадає на заводські цехи;
- падіння предметів – 11%, у тому числі 50% припадає на заводські цехи;
- вплив екстремальних температур – 11%, у тому числі 30% припадає на цехи заводів;
- травмування деталями обладнання, що рухаються або обертаються -10%.

У цехах заводів, де дуже напружені технологічні умови, газо-електрозварники гинуть від падіння з висоти через невикористання засобів індивідуального захисту (монтажних поясів) або від падіння разом із конструкцією, на якій вони знаходилися.

Виявлено, що найчастіше травмуються працівники з професій-ним досвідом роботи (ПДР) 1,0 віком 40-50 років. Це може бути наслідком переоцінки робітником своїх можливостей, зниження професійного інтересу, недостатнього контролю рівня знань працюючих

За результатами проведеного дослідження встановлено, що під час розроблення та здійснення профілактичних заходів щодо попередження травматизму та створення безпечних умов праці для газоелектрозварників основну увагу треба приділяти запобіганню випадків їх падіння з висоти, випадків падіння та обрушення на них предметів і споруд. Для цього можна рекомендувати такі заходи:

- використання монтажних поясів спецодягу;
- використання спеціального взуття для слизьких і нерівних поверхонь;
- використання касок;
- підготування робочого місця, надійне закріплення й прокладка перед роботою кабелів, встановлення навісів, що захищають від падіння деталей з висоти;
- цільовий інструктаж у разі зміни місця роботи;
- використання правил техніки безпеки.

Література:

1. Пістун І.П., Тубальцев А.М., Тубальцева Н.П Охорона праці в суднобудуванні / І.П. Пістун, А.М.Т убальцев, Н.П. Тубальцева. – Львів: Тріада плюс, 2009. – 579 с.

УДК 338.5:658.7

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ В ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ

Тубальцева Н.П.
Тубальцева С.А.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В сучасних умовах високого рівня конкуренції перед підприємствами постає питання пошуку нових шляхів і можливостей для зниження собівартості продукції. Для знаходження нових підходів в управлінні підприємством використання зарубіжного досвіду функціонування логістичних систем є важливою умовою підвищення конкурентоспроможності українських підприємств. Якщо раніше використання логістики розглядалось з точки зору швидкої доставки матеріалів і сировини, то сьогодні логістика перетворилася в систему, яка включає такі елементи: логістика постачання, логістика збуту, логістика розподілу, виробнича логістика, інформаційна логістика, управлінська логістика. Логістика виконує роль з'єднувального механізму через координацію діяльності усіх підрозділів підприємства за допомогою інтегрованої системи управління матеріальними потоками в межах технологічного циклу виробництва продукції, а її потенціал сприяє підвищенню організаційно-економічної стійкості підприємства. Використання сучасних логістичних систем дозволяє підприємству скоротити усі види виробничих запасів, прискорити оборотність капіталу, забезпечити доставку продукції споживачеві в потрібний час і в потрібне місце.

Для України питання ефективного використання логістичних систем на підприємствах являється вкрай актуальним. Згідно з дослідженням експертів, щороку українські підприємства витрачають на логістику від 10 млрд. дол. США і щонайменше третина цієї суми витрачається нераціонально [1].

Успішність таких відомих компаній як ABB, «Полаир», Hitachi Tool Engineering показує ефективність використання теорії обмежень (TOC – Theory of Constrain) в напрямках скорочення запасів сировини і незавершеного виробництва, а також в зменшенні запасів готової продукції на заводських складах. В 2003 р. концерн ABB (транснаціональна компанія с річним оборотом 35 млрд. дол., виробник електрообладнання і технологій автоматизації, має підприємства в 100 країнах світу) впровадив рішення на основі теорії обмежень. Результати перевершили очікування, скорочення незавершеного виробництва склало 35-60%, своєчасний обсяг поставок виріс з 23-66% до 90-100%, терміни поставок скоротилися на 23-80%[1]. Використання даного методу дозволяє скоротити дефіцит оборотних коштів і зменшити кількість незавершеного виробництва, а також отримати перевагу як підприємствам, які працюють на склад, так і підприємствам, які виробляють продукцію на замовлення. Першим - за рахунок забезпечення постійної наявності необхідної продукції, другим - за рахунок значного скорочення термінів поставок.

Механізм теорії обмежень пропонує зміну підходів в управлінні логістичною системою підприємства за трьома напрямками. Перший стосується скорочення запасів сировини. Якщо раніше на підприємстві керувалися правилами: закупівля більш дешевої сировини, закупівля збільшеної партії сировини і комплектуючих, що дозволяє отримати від постачальника знижки, то зараз ці підходи не виправдовують себе. Метод TOC відмовившись від планування поставок на місяць, пропонує відпустку сировини у відповідності з добовим планом виробництва (замість відпустки відразу великими партіями). Дані про витрати сировини повідомляються постачальнику щодня або в режим online. Постачальникам пропонується доставляти матеріали в будь-який час, за умови, що рівень запасів не перевищить цільові показники і не впаде нижче мінімального. Застосування такого підходу забезпечує постійний мінімально необхідний рівень сировини на виробництві та дозволить раціонально використовувати кошти для закупівлі матеріалів, не створюючи надлишків.

Другий стосується корочення запасів незавершеного виробництва. Існуюча практика скорочення витрат у виробничих підрозділах основана на таких принципах:

– чим більше партія, тим нижча собівартість,

– щоб раніше зробити, потрібно раніше розпочати.

Існуючи механізми призводять до збільшення часу виробничого циклу, до утворення надлишків незавершеного виробництва, до зростання витрат. Відповідно до закону Літтла (для будь-якої заданої продуктивності середній час виробничого циклу прямо пропорційно кількості незавершеної продукції, яка знаходиться в обробці) сировину пропонується не відпускати в цех до тих пір, поки не пройде 30-50% тривалості виробничого циклу. Досвід світових гігантів показує ефективність використання нової методики:

– зниження рівня незавершеного виробництва в 2 рази,
– скорочення часу виробничого циклу в середньому на 30-50%,
– знадходження виробничих ділянок з найнижчою пропускною спроможністю. При виявленні проблемної виробничої дільниці з низькою пропускною здатністю, пропонується створити запас сировини для конкретного устаткування. Такий підхід дає можливість уникнути накопичення запасів і підтримувати обсяг незавершеного виробництва на низькому рівні та наблизити обсяги виробництва до обсягів фактичного попиту.

Відносно третього напрямку. Для вирішення проблеми скорочення запасів готової продукції необхідно відмовитися від існуючих стереотипів: виконання за будь-яку ціну річного виробничого плану, швидке позбавлення від продукції на складі. Довгий час вважали, що центральний склад є джерелом великих витрат на зберігання, проте при відмові від нього підприємство змушене пропонувати споживачам спеціальні умови в вигляді відстрочок платежів, знижок на великі обсяги замовлень, що в кінцевому рахунку відбивається на прибутку виробника. Чим сильніше виробник «виштовхує» продукцію далі по ланцюгу поставки, тим вище збитки, пов'язані з перевиробництвом. Згідно методики теорії обмежень необхідно планувати виробництва продукції по споживанню, а не згідно річного або квартального прогнозу, а також відвантажувати продукцію споживачам дрібними партіями. На заводському складі пропонується підтримувати рівень запасів по всій номенклатурі, який необхідний на короткостроковий період. Склад дистриб'ютора необхідно поповнювати, виходячи з умови: рівень складу дорівнює максимальному обсягу споживання за час поповнення з поправкою на рівень невизначеності.

Аналіз існуючих механізмів функціонування підприємства та запропонованих підходів теорії обмежень (ТОС) дозволяють зробити висновок, що ця теорія має низку переваг і дає можливість:
– підтримувати достатній, але відносно низький обсяг запасів тих видів продукції, які дійсно користуються попитом, і не виробляти товари, які в даний момент не затребувані ринком;
– планувати виробництво асортименту продукції на основі фактичного попиту;
– виявити вузькі місця в технологічному циклі;
– зменшити об’єми незавершеного виробництва, що сприяє звільнення заморожених активів;
– поставляти продукцію в потрібному обсязі в потрібне місце в потрібний час.

Література

1. Мельник, О. В. Нові концептуальні підходи в логістиці [Електронний ресурс] / О. В. Мельник // Ефективна економіка. – 2013. – № 2. – Режим доступу до журналу: http://www.economy.nayka.com.ua.
2. Забуранна, Л. В. Логістичне управління підприємством: сутність та передумови розвитку [Текст] / Л. В. Забуранна // Сталий розвиток економіки. – 2010. – № 7. – С. 120–123.

УДК 658: 334.024

ЧИННИКИ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Тубальцева С.А.
Гурченков О.П.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Безпрецедентний характер змін, які відбуваються в суспільстві, економіці, технологіях доводить необхідність осмислення глибинних основ причинно-наслідкових зв'язків й рушійних сил сучасних економічних процесів. Основними передумовами, які впливають на господарську діяльність підприємств є глобальні фактори:

по-перше, наростаюча інтернаціоналізація, глобалізація ринків. Діяльність деяких підприємств приймає світові масштаби. Вони не тільки освоюють нові ринки, але і змінюють свою структуру стосовно потребам цих ринків.

По-друге, новий рівень технологічної конкуренції, в яку підприємства виявилися залученими. Заміна старої техніки і технології стає гострим необхідним завданням через орієнтованість продукції на зарубіжні ринки, де важлива її висока конкурентоспроможність.

По-третє, зміна ціннісних установок споживачів, попит яких стає орієнтованим на нові товари, які безпечні для здоров'я і задовольняють індивідуальним потребам працівника.

Для того щоб відповідати попиту і бути конкурентоспроможними вітчизняним підприємствам необхідно постійно вирішувати велику кількість питань. Слід зазначити, що сьогодні ключовими являються дві проблеми.

Перша, це знос основних фондів, який за останнє десятиріччя збільшився вдвічі і сьогодні складає 74,9%. В цілому по промисловості знос основних фондів складає 63%, в обробній промисловості – 66,8%, на транспорті знос збільшився до 94,4%) [1].

В сучасних умовах ринкової економіки головним напрямком розвитку підприємства і збереження його конкурентоспроможності є виробництво високоякісної продукції, що можливо лише за рахунок інноваційно-інтенсивних факторів. На підприємстві ці фактори в порівнянні з екстенсивними повинні мати пріоритет. Проте прискорений випуск нововведень неможливо зробити на базі застарілого обладнання. Але ні підприємства, ні держава не мають можливості оновити основні фонди в ведучих галузях виробництва, і тому сьогодні спостерігається орієнтація на дешеві і короткострокові методи оновлення виробничого обладнання.

Друга проблема – це недостатня увага до системи мотивації на підприємстві, зокрема розширення використання інноваційно-інтенсивних факторів. Коли фінансові можливості підприємств обмежені, необхідно обґрунтовано і комплексно підходити до питань мотивації, так як мотивація в сучасних умовах поряд з матеріальними можливостями є одним з факторів виробництва. Наприклад, західні менеджери вважають, що за рахунок мотивації можна підвищити ефективність виробництва і збільшити прибуток. Їх думку підтверджують погляди Н.О.Амосова на проблему мотивації. Він ніколи не займався спеціально дослідженням мотивації праці, проте його наукові висновки можна розглядати як гідний вклад у вирішення питань диференціації оплати праці як одного із способів мотивації персоналу. Класифікуючи всіх працівників підприємства на споріднені категорії (робітники, службовці, фахівці, керівники), він зробив висновок, що їх потенціал, з урахуванням особливостей психології й фізіології людини, «діапазон відмінностей за набором потреб і сили характеру» співвідноситься як 1:. [2, с.43].Тобто найбільш обдаровані, кваліфіковані, відповідальні, здатні працівники однієї і теж категорії (кваліфікаційної групи) можуть забезпечити значні результати в розробці і впровадженні інноваційно-інтенсивних факторів.

Для промислових підприємств України розробка і впровадження даної групи факторів для мотивування працівників вкрай актуальна. Автори вважають, що на цьому шляху є свої труднощі, такі як:

– адміністративна політика в радянські часи призвела до зниження мотивації працівників, а внаслідок цього зменшилася зацікавленість в виконанні нових і складних завдань;

– період переходу до ринкового господарювання характеризується непродуманою системою оплати праці та заохочень, що призвело до зрівняльного підходу, який не враховував індивідуальні заслуги, в результаті цього у працівників проявилися відсутність ініціативи та бажання продуктивно працювати. Не заохочувалася праця, яка вимагала високого рівня кваліфікації, через що кваліфікований персонал змінював місце роботи, а підприємство втрачало цінних фахівців.

В наслідок на українському ринку праці сьогодні сформувався нееластичний трудовий потенціал, який має дуже низьку соціальну мобільність і недостатній рівень адаптації до нових умов господарювання, що в свою чергу створює певні труднощі для формування мотиваційної системи. Таке положення істотно стримує відтворення висококваліфікованих працівників і потребує посиленої уваги до питань мотивування на підприємстві.

Сучасний розвиток економічних відносин характеризується впливом інтеграційних процесів через посилення глобалізації. Під впливом глобалізації змінилися погляди на працівника, якщо раніше був потрібен слухняний виконавець поряд з діючим механізмом, то тепер затребуваний працівник, якій може мислити і продукувати раціоналізаторські ідеї. Тому в сучасних умовах, коли змінюються підходи до управління підприємством, ретельного погляду потребують вирішення питань впливу на продуктивність працівників через мотиваційні заходи. Важливо враховувати той факт, що необхідна поведінка працівників досягається на базі взаємної згоди працівників і керівництва; загальні правила поведінки виробляються в процесі спільних дій і залежать від самих співробітників. Також необхідно постійно аналізувати інтереси співробітників та створювати умови для максимального використання трудового та інтелектуального потенціалу працівників організації .

Для ефективного функціонування підприємства необхідно використовувати елементи мотиваційної системи як для індивідуальних правників, так і для професійних груп. Тому обов'язковим є вивчення та аналіз мотиваційних чинників і потреб як окремих працівників, так і груп працівників і на їх основі формувати весь комплекс мотиваційних заходів.

Таким чином, для успішної діяльності вітчизняних підприємств в ринкових умовах необхідно знаходити джерела фінансування на різних умовах, а також використовувати гнучку систему мотивації. Тільки сукупна дія цих двох напрямків розвитку, з'єднаних в єдине ціле, здатна забезпечити зростання їх загального ефекту до величини, набагато більшої ніж сума ефектів від незалежної дії цих напрямків.

Література

4. Наукова та інноваційна діяльність в Україні у 2012 році: [стат. збірник] // Держкомстат України. – К.: ДП «Інформаційно-видавничий центр Держстату України», 2013. – 287 с.

2. Парсяк В.Н. Управління персоналом промислових підприємств: мотиваційни впливи: [монографія] / В.Н.Парсяк, В. Я. Гацура, О. В. Погорєлова. – Миколаєв: еТ,2011. -- 238с.

3. Обер-Крие Дж. Управление предприятием.—М.:Бизнес-Информ, 1998.—256с.

УДК 657.421.3

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ВИЗНАННЯ НЕМАТЕРІАЛЬНИХ АКТИВІВ

Каткова Н. В., Лакутіна К. С.,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв

Нематеріальні активи є однією з найбільш значимих складових багатьох підприємств. Сьогодні неможливо уявити успішне і прибуткове підприємство, яке не використовує такі активи, як права користування майном, права на торговельні марки та винаходи, авторські права, web-сайти, інформаційні та електронні технології і т. і.

Найбільш проблемними питаннями обліку нематеріальних активів є складність їх ідентифікації та визначення відповідності критеріям визнання.

Для визнання статті як нематеріального активу суб'єктові господарювання треба довести, що стаття відповідає визначенню нематеріального активу та критеріям визнання.

Нематеріальний актив – немонетарний актив, який не має фізичної субстанції та може бути ідентифікований [1].

Актив є ідентифікованим, якщо він:

а) може бути відокремлений, тобто його можна відокремити або відділити від суб'єкта господарювання і продати, передати, ліцензувати, здати в оренду або обміняти індивідуально або разом з пов'язаним з ним контрактом, ідентифікованим активом чи зобов'язанням, незалежно від того, чи має суб'єкт господарювання намір зробити це, або

б) виникає внаслідок договірних або інших юридичних прав, незалежно від того, чи можуть вони бути передані або відокремлені від суб'єкта господарювання або ж від інших прав та зобов'язань [1].

Суб'єкт господарювання контролює актив, якщо він має повноваження отримувати майбутні економічні вигоди, що надходять від основного ресурсу, та обмежувати доступ інших до цих вигід. Здатність суб'єкта господарювання контролювати майбутні економічні вигоди від нематеріального активу, як правило, виходить з юридичних прав, які можна забезпечити в судовому порядку. В разі відсутності юридичних прав контроль довести складніше, проте юридичне забезпечення права не є необхідною умовою для контролю, оскільки суб'єкт господарювання може бути в змозі контролювати майбутні економічні вигоди в інший спосіб.

Нематеріальний актив слід визнавати, якщо і тільки якщо:

а) є ймовірність того, що майбутні економічні вигоди, які відносяться до активу, надходитимуть до суб'єкта господарювання; та

б) собівартість активу можна достовірно оцінити.

Майбутні економічні вигоди, які надходять від нематеріального активу, можуть включати дохід від продажу продукції чи послуг, скорочення витрат або інші вигоди, які є результатом використання активу суб'єктом господарювання. Суб'єктові господарювання слід оцінювати ймовірність очікуваних майбутніх економічних вигід, використовуючи припущення, які можна обґрунтувати і підтвердити. Ці припущення відображають найкращу оцінку управлінським персоналом сукупності економічних умов, які існуватимуть протягом строку корисної експлуатації активу.

Нематеріальний актив слід первісно оцінювати за собівартістю.

Суб'єкти господарювання часто витрачають ресурси чи несуть зобов'язання при придбанні, розробці, обслуговуванні чи збільшенні корисності нематеріальних ресурсів, таких як технічні чи наукові знання, розробка та запровадження нових технологій і систем, ліцензії, інтелектуальна власність, ринкові дослідження та торгові марки (включаючи марки товару та назви видань). Розповсюдженими прикладами об'єктів, що їх охоплюють ці широкі поняття, є комп'ютерне програмне забезпечення, патенти, авторські права, кінофільми, переліки клієнтів, права на іпотечне обслуговування, ліцензії на риболовлю, квоти на імпорт, франшизи, взаємовідносини з клієнтами чи постачальниками, лояльність клієнтів, частка ринку та маркетингові права.

Не всі вищевказані об'єкти відповідають визначенню нематеріального активу (йдеться про можливість ідентифікації, контроль над ресурсом та існування майбутніх економічних вигід). Якщо такий об'єкт не відповідає визначенню нематеріального активу, то видатки на його придбання або внутрішнє генерування визнаються як витрати у період їхнього понесення.

Складності з ідентифікацією і визнанням нематеріальних активів призводять до помилок у бухгалтерському обліку операцій з ними, зокрема такі, що наведені нижче [2].

Типові помилки у бухгалтерському обліку нематеріальних активів

Вид НМА	Як повинен відображатися в бухобліку	Як відображається зазвичай	Як виправити, ризики
Програмне забезпечення (основна діяльність)	Може визнаватися НМА, якщо відповідає визначенню активу: приносить майбутні економічні вигоди, які можна оцінити в конкретну суму грошових коштів. Може стати частиною вартості основного засобу (при дотриманні основних умов такого відображення). У всіх інших випадках - слід визнавати витратами періоду	Нематеріальні активи / Основні засоби	Якщо програма враховується як нематеріальний актив, а повинна була стати витратами періоду, то є ризик невизнання суми амортизації у витратах в майбутніх (перевіряємих) періодах. Коригування на правильну модель обліку через сальдо нерозподіленого прибутку
Обслуговуючі (адміністративні) програми - 1С, «Медок» і т.д.	Витрати періоду	Нематеріальні активи	Ризик невизнання суми амортизації у витратах в майбутніх (перевіряємих) періодах. Коригування на правильну модель обліку через сальдо нерозподіленого прибутку
Сайти - «візитки»			
Торгові марки внутрішньо згенеровані	Не визнаються і не відображаються. Витрати на юридичні формальності (реєстрація і т.д.) визнаються витратами періоду	Нематеріальні активи	
Ноу-хау	Нематеріальний актив	Нематеріальні активи / Витрати	
Розробки			
Торгові марки (придбання)	При виділенні з вартості гудвілу - нематеріальний актив	Нематеріальні активи	Можливі конфлікти з оцінкою і, відповідно, з сумою амортизації
Ліцензії, дозволи	Витрати періоду / нематеріальні активи	Витрати періоду / нематеріальні активи	Можуть бути розбіжності за фактом визнання окремих видів ліцензій та дозволів. В цьому випадку є як ризик невизнання в майбутньому амортизації, так і проблеми з коригуванням «старих» витрат
Дослідження	Витрати	Нематеріальні активи / Витрати	Проблеми з коригуванням суми спочатку визнаних витрат

Деякі нематеріальні активи можуть міститися в (або на) фізичній субстанції. Визначаючи, згідно з яким стандартом слід розглядати актив, що об'єднує нематеріальні і матеріальні елементи (тобто, згідно з МСБО 16 «Основні засоби», чи згідно з МСБО 38 «Нематеріальні активи»), суб'єкт господарювання застосовує судження, щоб оцінити, який елемент є суттєвішим. Наприклад, комп'ютерне програмне забезпечення для верстата, який управляється комп'ютером і не може функціонувати без цього конкретного програмного забезпечення, є невіддільною частиною пов'язаного з ним апаратного забезпечення, тому його розглядають як основний засіб. Так саме оцінюють операційну систему комп'ютера: якщо програмне забезпечення не є невіддільною частиною пов'язаного з ним апаратного забезпечення, то його розглядають як нематеріальний актив.

Отже, складність ідентифікації нематеріальних активів та їх визнання може спричинити викривлення облікових даних, недостовірне подання інформації про них у фінансовій звітності, унеможливити побудову ефективної системи їх контролю.

Список літератури:

1. Міжнародний стандарт фінансової звітності 38 «Нематеріальні активи» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/929_050 /paran2#n2.

2. Проскура К.П. Особливості бухгалтерського обліку інтелектуальної власності та нематеріальних активів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://emcon-audit.com.ua/files/articles/Proskura_Royalty.pdf.

УДК 338.48

ЗБАЛАНСОВАНА СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ В УПРАВЛІННІ ТУРИСТИЧНИМ КЛАСТЕРОМ

Ю.А. Левенець, *студентка факультету економіки моря*
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В сучасних економічних умовах важливим фактором забезпечення конкурентоспроможності туристичної діяльності є кластерний підхід. Результати взаємозв'язку господарюючих суб'єктів різних галузей виробництва та надання послуг створюють передумови імплементації кластерного підходу для туристичної галузі, оскільки у формуванні її інфраструктури об'єднані понад 50 супутніх галузей [1].

Для впливу як на діяльність організації, так і на людей, що задіяні в управлінському процесі, кожен менеджер використовує ті чи інші управлінські інструменти. Для оцінки ефективності функціонування кластерних інтеграцій використовують збалансовану систему показників ефективності діяльності [3].

Збалансована система показників є інструментом стратегічного та оперативного управління, який дозволяє «зв'язати» стратегічні цілі компанії з бізнес-процесами і повсякденними діями співробітників на кожному рівні управління, а також здійснювати контроль за реалізацією стратегії. Це моделі оцінки та стратегічного розвитку бізнесу підприємства, засновані на системі показників, що характеризують його діяльність у чотирьох напрямках: фінанси, клієнти, внутрішні бізнес-процеси, навчання і розвиток персоналу [5].

Для розробки системи збалансованих показників діяльності туристичного кластеру необхідно окреслити основні стратегічні напрямки роботи його суб'єктів. Фокусною компанією в цьому випадку завжди буде туристична компанія, яка координує діяльність кожного з учасників протягом усіх бізнес-процесів. Саме тому ключові напрямки розвитку туристичної компанії стануть у подальшому основою для розробки системи збалансованих показників.

Головною стратегією туристичної компанії є розширення напрямків туристичних подорожей та створення можливостей для максимально доступного відпочинку. Як зазначалося вище, дану стратегію можна конкретизувати у чотирьох напрямках розвитку, а саме:

1. Фінанси: збільшення кількості турів, що продаються; підвищення ефективності інвестицій у розвиток компанії.
2. Клієнти: розробка програми підтримки постійних клієнтів; відкриття нових представництв по всій Україні.
3. Внутрішні бізнес-процеси: уніфікація системи інформаційного забезпечення; підвищення рівня ефективності внутрішніх комунікацій.
4. Навчання і розвиток персоналу: постійна участь у туристичних виставках; створення системи безперервного підвищення кваліфікації всіх працівників.

Найбільше уваги потребує складова внутрішніх бізнес-процесів. Рекомендується визначити вартісний ланцюжок внутрішніх бізнес-процесів, що включає три основних компоненти бізнес-процесу: інноваційний, операційний і післяпродажне обслуговування (у туризмі має форму гарантій, які туроператор видає клієнтові на певний строк). Відповідно, по кожному з внутрішніх бізнес-процесів повинні бути визначені ключові показники їх оцінки.

Планування випуску туристичного продукту або розробки турів охоплює прогнозування та програмування, що ґрунтується на можливостях реалізації, детальних розрахунках потреби в туристичних ресурсах і пошуках ефективних джерел ресурсного забезпечення.

Туроператор при формуванні туристичного пакета орієнтується на послуги підприємств, що забезпечують розміщення, харчування, транспортування, екскурсій, оздоровлення, лікування, розваг і спорту, а також на послуги торгівлі, зв'язку тощо. Усі ці ресурси є для туроператорів зовнішніми (покупними).

Розробка програми діяльності туроператора розпочинається з формування банку потенційних постачальників, охоплює обґрунтування обсягу комплектування турпродукту і закінчується формуванням його структури. Обґрунтована в такий спосіб виробнича програма діяльності туроператора виступає основою економічного управління всіма показниками підприємства і фундаментом для прийняття конкретних поточних і загальних стратегічних рішень. [2].

Таким чином, управління туристичним кластером з використанням системи збалансованих показників можливе лише за наявності ретельних досліджень роботи кожного з його суб'єктів. В свою чергу, правильно розроблена модель стане інструментом встановлення відповідності між стратегічними цілями і показниками їх досягнення, що допоможе ефективно контролювати діяльність кластерних інтеграцій.

Список використаних джерел

1. Андрусяк Н.С. Рекреаційно-туристичні кластери як ефективний інструмент міжрегіональної та міжнародної співпраці / Н.С. Анрусяк. — Географія та туризм. - 2014. - Випуск 28.

2. Дядечко Л.П. Економіка туристичного бізнесу / Л.П. Дяченко. — К.: Центр учбової літератури, 2007. - 224 с.
3. Ігнатьєва І. А. Менеджмент організацій (малого та середнього бізнесу) : підручник / І. А. Ігнатьєва, О. М. Паливода, Р. В. Янковой. – К. : КНУТД, 2014. – 360 с.
4. Туристичний бізнес: теорія та практика. Підручник. 2-вид. перероб. та доп. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 368 с.
5. Robert S. Kaplan The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action / Robert S. Kaplan, David P. Norton. — Boston, MA: Harvard Business School Press, 1996. — 321 p.

УДК 330.322:656

ІНВЕСТИЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ СТРУКТУРНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Сенотрусова Н.О.

В умовах зростання глобалізації підвищується необхідність пошуку дешевших та коротших шляхів перевезення вантажів. Створення сприятливих умов і реальних можливостей для розвитку транспортно-транзитного потенціалу України на сьогодні є одним з першочергових та пріоритетних завдань. Необхідність використовувати своє геополітичне положення та реалізуватися як європейська держава наразі є ключовим компонентом розвитку інфраструктури України.

Одним з ключових аспектів поняття перевезень є транспорт та його інфраструктура, яка включає транспортні мережі або шляхи сполучення (дороги , залізничні колії, повітряні коридори, канали, трубопроводи та ін.), а також транспортні вузли або термінали, де здійснюється перевантаження (наприклад, аеропорти, залізничні станції, автобусні зупинки). Транспортна інфраструктура має забезпечувати наявність якісних доріг.

Наразі поліпшення стану транспортної галузі спостерігається за рахунок інвестицій з боку ЄС та деяких іноземних банків. Важливу роль відіграє надання бюджетної допомоги, підтримка та реалізація проектів у цій сфері. Інвестиції в транспортну інфраструктуру зачіпають багато сторін: місцеві органи самоврядування і національні уряди, ЄС, транспортні оператори і користувачі, а також групи населення, у яких в результаті цього змінюється якість життя в контексті соціально-економічних або екологічних умов.

Привабливість інвестування в інфраструктуру, найбільш помітна в сфері міжнародних транспортних перевезень, є цілком закономірною, у зв'язку із зацікавленістю міжнародних корпорацій в транзиті вантажів через територію України. Така зацікавленість пояснюється також можливістю вивозу з території України дешевої сировини і напівфабрикатів. Розширення міжнародної співпраці, розвиток транспортних повідомлень, системи інформаційного і комунікаційного забезпечення повинно сприяти формуванню великих транснаціональних корпорацій, при цьому найважливішим чинником економічного зростання стає інтеграція, яка здійснюється як на галузевому і регіональному, так і на міжгалузевому, міжрегіональному і міжнародному рівнях.

Саме вкладення в транспортну інфраструктуру в складних фінансово-економічних умовах допомагають швидше змінити напрямки розвитку економіки, тому державна підтримка і участь на початковому етапі грають істотну роль.

Оскільки, на наш погляд, однією з причин інвестиційної непривабливості даної галузі в Україні є неузгодженість правового поля, то актуальними є розробка положень по створенню інфраструктури, що забезпечує реалізацію геополітичних і економічних аспектів транспортної політики і сучасних стратегій розвитку транспортної інфраструктури.

Україна має одну з найдовших залізничних мереж в Європі. Високі обсяги ж/д перевезень дозволяють розвантажити інші транспортні галузі. Однак більша частина ж/д мережі вкрай зношена і морально застаріла. Диспропорції в навантаженнях на маршрути не дозволяють розвивати ключові напрямки. Модернізація галузі можлива при створенні умов для залучення приватного капіталу, зокрема іноземних інвестицій. Що стосується автомобільних доріг, то в Україні темпи розвитку мережі автодоріг істотно відстають від темпів автомобілізації. Україна відрізняється низькою щільністю доріг у порівнянні з розвиненими країнами Євросоюзу. Наприклад, у Франції, яку можна порівняти з Україною за площею, щільність автодоріг в 6 разів більше. Технічні стандарти автодоріг в Україні не відповідають стандартам ЄС за якістю. Протяжність автомобільних державних доріг в Україні становить 169,5 тис. км., з них дороги 1-ї категорії мають протяжність усього 2,2 тис. км або 1,3 % від протяжності доріг з твердим покриттям.

У зв'язку з перерахованими вище проблемами розвиток транспортної інфраструктури стримується, а це, в свою чергу, гальмує економічне зростання всієї країни. Тому розвиток даної галузі, який можливий за рахунок інвестицій, залишається пріоритетом в порядку денному економічних перетворень. У постанові КМУ від 3 квітня 2017 р. № 275-р. наголошується, що до 2020 року Україна залучить додаткові 200 млн. дол. міжнародних кредитних коштів і інвестицій на розвиток транспортної інфраструктури.

Отже, оскільки саме транспортна інфраструктура з'єднує області, підприємства, громадян України в єдину країну, а українську економіку інтегрує у світову, тому інвестиції в дану галузь визначають напрями розвитку нашої держави.

Список літератури:

1. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковій період і до 2020 року // Транспорт. - 2001. - № 29. - С. 27-32.
2. Сайт Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://mtu.gov.ua/
3. Іртищева І.О. Закономірності розвитку сучасних регіональних логістично-аутсорсингових систем / І.О. Іртищева, К.В. Завгородній // Вісник ХНАУ. Збірник наукових праць. Вип. 1. – Харків, ХНАУ. – 2017. – С. 178–194.

УДК: 005.8.629.5.083.5

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ КЛАСТЕРНОЙ СИСТЕМОЙ

Запорожец И.М., к.т.н., доцент
Трушлякова А.Б. ст. преподаватель
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

Кризисные явления, усиление конкуренции, растущая ограниченность инвестиционных ресурсов, неопределенность ведения бизнеса ставит перед проектно-ориентированными предприятиями вопросы обеспечения устойчивости и конкурентоспособности на основе использования *информационных инновационных механизмов*. Одним из таких механизмов являются «облачные технологии» управления, которые развиваются в секторе информационных технологий.

Для устойчивого развития и получения конкурентных преимуществ судостроительным предприятиям недостаточно успешной реализации отдельных проектов. Для достижения максимального эффекта инициируется развитие *интеграционных процессов*. Создание альянсов в форме экономических кластерных систем, которые обеспечивают технический прогресс. Использование механизмов интеграции позволяют предприятиям судостроения занять свои позиции на определенных сегментах рынка судостроения. Инструментом интеграции судостроительных предприятий является применение кластерного подхода.

Современный процесс создания и функционирование судостроительной кластерной системы – сложнейший и многогранный бизнес. Эффективность судостроительной кластерной системы во многом определяется эффективностью системы управления. Современная система управления в своей деятельности обрабатывает и выдает огромный неуклонно растущий объем информации. Судостроительная кластерная система является информационной системой, которая привязана к развитию информационных технологий.

Информационная система объединяет инфраструктуру предприятий, входящих в кластер, задействованную в процессе управления всеми информационно-документальными потоками и включает в себя основные элементы:

- информационная модель кластерной системы представляет собой совокупность правил и алгоритмов функционирования информационной системы;
- регламент развития информационной модели и управление изменениями;
- программный комплекс, конфигурации которого соответствуют требованиям информационной модели кластера;
- аппаратно-техническая база.

Информационная модель кластера представлена в виде информации и набора параметров, так же связей между ними. Информационная модель обеспечивает вход и выход информации и управление процессом изменений в системе. Модель позволяет создать единый информационный поток обеспечивающий реализацию функций управления судостроительными и судоремонтными предприятиями с процессом постройки (ремонта) судов и с функциональными модулями информационной системы, обеспечивающими их реализацию. Основой для модели является существующая производственная система

предприятия. Последовательность выполнения работ является основой для разработки *модулей системы*, которые обеспечивают непрерывность и непротиворечивость модели.

Функции управления судостроительным кластером реализуются по модульному принципу: маркетинговый анализ – проектирование – комплексная подготовка производства – производство – эксплуатация – утилизация. В основе программных средств используется методология MRP, ERP. Модульный принцип построения информационной системы кластера обеспечивает поэтапное внедрение и развитие системы с учетом инвестиционной политики конкретного предприятия входящего в кластер.

Литература

Запорожец И. М. Интегрированная система управления судоремонтным предприятием / И. М. Запорожец / Международная научно-техническая конференция Компьютерные науки: образование, наука, практика». – Николаев: НУК. 20-22 июня 2012г. Режим доступу: www.conference.nuos.edu.ua

Запорожец И. М. Корпоративная информационная система судоремонтного предприятия / И. М. Запорожец / VII Міжнародна науково-практична конференція «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК. 20-23 вересня 2011р. с. 584-586 Режим доступу: www.conference.nuos.edu.ua

Фатеев Н.В. Логистическое управление в судостроительных кластерных системах / Н. В. Фатеев, И. М. Запорожец // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв, 2014 р. – № 3 (453).

Фатеев Н.В. Управление проектами создания и развития кластерных систем в судостроении / Фатеев Н.В., Запорожец И.М./ VI Міжнародна науково-практична конференція «Управління проектами: інновації, нелінійність, синергетика» - Одеса : Одеська державна академія будівництва і архітектури. ТОВ «ВПП Інтерсервіс» 11-12 грудня 2015р. С. 158- 161.

УДК 657

ТЕМНІ ПЛЯМИ П(С)БО 16 «ВИТРАТИ»

Прокопович Л. Б.

З моменту введення в дію П(С)БО 16 [1] пройшло вже достатньо багато часу. За цей час в країні виросло ціле покоління бухгалтерів, які не бачили бухгалтерський облік поза межами національних положень (стандартів). Протягом 17-ті річної історії існування даного нормативного документу до нього було внесені численні виправлення та доповнення, які мабуть повинні підвищити якість цього положення. Нажаль зміст П(С)БО 16 продовжує містити положення, що здатні внести сум'яття у вразливі та незміцнілі розуми деяких груп облікових працівників.

Вищевказане обумовило необхідність даного дослідження.

Перед тим як досліджувати сумнівні несподіванки П(С)БО 16 [1] слід нагадати, що хоча дане положення й називається «Витрати», саме визначення витрат у даному стандарті відсутнє, воно надано у НП(С)БО 1 [2]. Безпосередньо у П(С)БО 16 [1] надано визначення елементу витрат, прямим витратам, нормальній потужності, об‘єкту витрат (див. п.4) та вказані умови визнання витрат (див. пп. 5-9). Проте, деякі фахівці [3-5] чомусь до сих пір вважають, що категорію витрат було визначено у П(С)БО 16 [1].

По-перше, потрібно зосередитися на змісті п.4 П(С)БО 16, у якому дається визначення кількох понять. Найбільш цікавими є поняття об‘єкту витрат та нормальної потужності.

Об'єкт витрат - продукція, роботи, послуги або вид діяльності підприємства, які потребують визначення пов'язаних з їх виробництвом (виконанням) витрат [1].

Потрібно нагадати, що в теорії та практиці обліково калькуляційних робіт існує поняття об‘єкту обліку витрат та об‘єкту калькулювання. Іноді ці об‘єкти можуть співпадати, проте частіше вони відрізняються. Тому існують способи калькулювання, тобто способи розподілу витрат облікованих на певному об‘єкті між різними об‘єктами калькулювання. З визначення яке наведене у П(С)БО 16 незрозуміло, що мається на увазі, так як й об‘єкту обліку витрат, й об‘єкту калькулювання, обидва потребують визначення витрат.

Нормальна потужність - очікуваний середній обсяг діяльності, що може бути досягнутий за умов звичайної діяльності підприємства протягом кількох років або операційних циклів з урахуванням запланованого обслуговування виробництва [1].

На превеликий жаль слід нагадати, що в умовах кризових явищ в економіці країни, коли підприємства часто не мають портфеля замовлень, встановлення нормальної потужності в умовах невизначеності несе умовний характер. Відповідно, умовним стає порядок розподілу загальновиробничих витрат, що виражається у спотворенні собівартості продукції (робіт, послуг).

По-друге, слід звернуту увагу на п.11 П(С)БО 16 [1], де надається склад собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг), виробничої собівартості та застосовують термін «наднормативні виробничі витрати».

Собівартість реалізованої продукції (робіт, послуг) складається з виробничої собівартості продукції (робіт, послуг), яка була реалізована протягом звітного періоду, нерозподілених постійних загальновиробничих витрат та наднормативних виробничих витрат.

До виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) включаються:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на оплату праці;
- інші прямі витрати;
- змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати [1].

Більше у змісті П(С)БО 16, так і в інших змісті інших національних положень (стандартів) бухгалтерського обліку термін «наднормативні виробничі витрати» не використовується. З п.11 П(С)БО 16 стає ясним тільки те, що існує якась загадкова група виробничих витрат, яка не повинна включатися до виробничої собівартості, а включається безпосередньо до складу собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг). Нажаль залишається невідомим, що це за виробничі витрата та який їх склад. Вважаємо, що, за умови відсутності відповіді на дане питання, головні бухгалтера кожного підприємства повинні відповіти на нього як їм буде зручно в наказі про облікову політику підприємства.

Між тим, незайвим буде нагадати, що вказаний у и п.11 П(С)БО 16 склад виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) є саме її складом, а не статтями калькулювання, як вважають деякі автори сучасних українських навчальних посібників с обліку. Статтями калькулювання дослідженні складові виробничої собівартості можуть стати у випадку, коли головний бухгалтер підприємства визначить відповідний перелік статей у наказі про облікову політику. Дане твердження підтверджується подальшим змістом п.11 П(С)БО 16: «Перелік і склад статей калькулювання виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) установлюються підприємством» [1].

По-третє, особливу увагу заслуговує порядок розподілу загальновиробничих витрат, який наведений у п.16 П(С)БО 16, особливо це стосується постійної частини даних витрат.

До постійних загальновиробничих витрат відносяться витрати на обслуговування і управління виробництвом, що залишаються незмінними (або майже незмінними) при зміні обсягу діяльності. Постійні загальновиробничі витрати розподіляються на кожен об'єкт витрат з використанням бази розподілу (годин праці, заробітної плати, обсягу діяльності, прямих витрат тощо) при нормальній потужності. Нерозподілені постійні загальновиробничі витрати включаються до складу собівартості реалізованої продукції (робіт, послуг) у періоді їх виникнення. Загальна сума розподілених та нерозподілених постійних загальновиробничих витрат не може перевищувати їх фактичну величину [1].

Як ми вже казали раніше, під час розгляду визначення нормальної потужності, за певних умов не всі підприємства мають фізичну можливість встановити нормальну потужність, спрогнозувати величину бази розподілу, величину постійних та змінних загальновиробничих витрат у майбутньому.

У додатку 1 до П(С)БО 16 є у вигляді таблиці приклад розподілу загальновиробничих витрат, на що є також посилання у п.16 П(С)БО 16. Але й цей приклад викликає одне запитання – чому в наведеному зразу відсутні кілько видів продукції (робіт, послуг)? Якщо немає кількох видів продукції (робіт, послуг), то відповідно витрати будуть не загальновиробничими, а прямими.

Нажаль обсяг даної роботи не дозволяє дослідити інші недоліки даного нормативного документа, наприклад, в частині класифікації витрат за економічними елементами.

Висновки. Здійснений аналіз змісту П(С)БО 16 «Витрати» дозволив встановити недоліки які потребують свого усунення.

Список використаної літератури:

1. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 "Витрати". Затверджено Наказом Міністерства фінансів України 31.12.99 N318, зі змінами та доповненнями
2. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», що додається. Затверджено Наказом Міністерства фінансів України 07.02.2013 № 73.
3. Витрати підприємства, їх значення та вплив на ефективність роботи підприємства / Л.Д. Фізлова, В.О. Харченко // Культура народов Причерноморья. — 2012. — № 252. — С. 101-105.
4. Організаційно-методичні підходи до класифікації витрат підприємства / А.А. Шиманська // Науковий вісник Херсонського державного університету. – 2014. – Вип.8 частина 4. – С. 215-219.
5. Економічна сутність та методологічні аспекти виробничих витрат на підприємствах, що надають послуги з постачання готових страв / О. П. Мельничук // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент. - 2016. - Вип. 15. - С. 149-152.

УДК 338.2:378.1

ВИПЕРЕДЖУВАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЕКОНОМІКИ

Марущак С.М.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Основною тенденцією розвитку світової економіки на початку XXI століття є процеси глобалізації і, як наслідок, посилення конкуренції між національними економіками. Конкурентоспроможність країни – це головний показник стану її економіки, перспектив розвитку, рівня і якості життя населення [1].

Конкурентоспроможність країни інтегрує множину чинників. В залежності від зміни технологічних устроїв та етапів розвитку країн змінюються і чинники її підвищення. Для індустріальної економіки чинниками конкурентоспроможності виступали природні ресурси, капітал і географічне положення країни, які забезпечували здебільшого екстенсивне економічне зростання [2]. З розвитком технологій знання перетворюються у безпосередню виробничу силу суспільства і кінець XX століття ознаменував початок переходу найбільш розвинених країн світу від індустріального до інформаційного типу суспільства, чому сприяло значне зростання галузей економіки, які відтворюють і застосовують сучасні знання і в які переміщується все більше матеріальних і людських ресурсів. Постіндустріальна економіка складається з економіки послуг і економіки знань, інформації, контролю, управління, її визначають як knowledge-based economy.

В економіці знань інституційною основою виступає національна інноваційна система, де передача знань опосередковується за допомогою інститутів, а довгостроковий сталий розвиток виявляється можливим завдяки інноваційній спрямованості дій економічних суб'єктів [3]. Її появу справедливо пов'язують з глобалізацією світової економіки. Фундаментальною основою економіки знань є продуктивні знання та якісна змістовна освіта. Розвиток науки, якість людського капіталу: рівень та якість його освіти, професійна майстерність та інноваційність мислення – це чинники, від яких залежить положення держави в глобальній конкуренції [4].

Показником рівня конкурентоспроможності країн світу є індекс глобальної конкурентоспроможності – The Global Competitiveness Index (GCI). Він складається з 113 змінних, дві третини сукупності яких охоплюють широке коло чинників, що впливають на бізнес-клімат в досліджуваних країнах, а одна третина – це статистичні дані і результати досліджень. Всі змінні об'єднуються в 12 контрольних показників, серед яких – показник вищої освіти і професійної підготовки.

За три останні роки в рейтингу країн світу Україна втрачає конкурентні позиції: в 2015-2016 рр. – 3 позиці, опустившись з 76 місця серед 144 країн світу на 79, в 2016-2017 рр. – 6 позицій, опустившись з 79 місця серед 140 країн на 85 серед 138 країн [5, 6, 7]. У звіті, опублікованому Всесвітнім економічним форумом, негативними чинниками для ведення бізнесу в Україні визнано в тому числі і недостатню освіченість працівників та здатність до інновацій. Разом з тим, Україна покращила свої позиції у вищій освіті – 33 місце порівняно з 34 у 2015 р., результатом якої є постійно зростаюча кількість випускників з вищою освітою. Отже, очевидно, що якісна вища освіта є однією з головних конкурентних переваг України.

Аналізуючи тенденції у вищій освіті України, доводиться відмітити цілий ряд негативних, які з кожним роком посилюються – застаріла матеріально-технічна база [9], погіршення демографічної ситуації, що призводить до постійного зменшення кількості абітурієнтів і студентів; конкуренція з боку іноземних країн (наприклад, Польщі), які в останній час активізувались у запрошенні молоді з України до навчання у власних університетах; зменшення бюджетних коштів, спрямованих на підтримання та розвиток державних університетів [8].

Вища освіта – це специфічна галузь ринкової економіки. Як і іншим галузям, освіті притаманна ринкова конкуренція, яка проявляється у поведінці виробників освітніх послуг – вищих навчальних закладів (ВНЗ). Так, прагнення залучити студентів приводить навчальні заклади до необхідності підвищення конкурентоспроможності освітніх послуг, а також їх диверсифікації. Конкуренція серед ВНЗ – нормальний стан, викликаний дією ринкових механізмів, і основний принцип діяльності сучасних університетів. В умовах глобалізації освіти, появи транснаціональної освіти і потужних корпорацій, які її забезпечують, чинником, що визначає саму можливість існування того чи іншого навчального закладу стає якість освітніх послуг.

Поняття якості є одним із центральних у сучасних дискусіях щодо проблем української вищої освіти. Чинники впливу на якість освіти є різноманітними, складають сукупність зовнішніх по відношенню до ВНЗ, від якого вони не залежать, та внутрішніх, що залежать від управління ВНЗ. В розділі V Закону України «Про вищу освіту» детально визначається система зовнішнього забезпечення якості освітньої діяльності ВНЗ. Чимало роботи проводиться ВНЗ щодо створення та функціонування системи внутрішнього забезпечення якості вищої освіти. Але головним замовником освітніх послуг і, відповідно, контролером їх якості сьогодні передусім є не держава, а суспільство, особистості – працедавці і, власне, замовники – наші студенти.

Українська освіта, і, зокрема – вища, має свою історію і чималі здобутки. Досягти бажаних результатів допомагає застосування позитивного зарубіжного досвіду. Але поточний момент вимагає від педагогів всіх рівнів високого темпу оновлення знань, інформаційних ресурсів та технологій [10]. Наразі в більшості ситуацій ВНЗ застосовують підхід «подразнення–реакція», який на сучасному етапі розвитку суспільства з характерними швидкоплинними змінами не ефективний. Прерогативою результативності діяльності ВНЗ є відповідь на запити майбутнього, тобто необхідність застосування випереджувальних стратегій в освіті.

Розглянемо приклад. З досвіду організації роботи Факультету економіки моря (ФЕМ) НУК щодо забезпечення якості освіти [11] нашою метою є «…отримання теоретичних знань та практичних навичок – для студентів»; завданнями – «…відчувати персональну відповідальність перед кожним замовником; налагоджувати зворотній зв'язок із студентами для адаптації їх особистих рис та якостей»; один з принципів СУЯ: «…орієнтація на задоволення отримувачів освітніх послуг». Досягнення поставленої мети залежить від порозуміння між виконавцями – керівниками та викладачами ВНЗ, і замовниками освітніх послуг – студентами.

Поведінка дорослої людини визначається глибинними цінностями, які формуються в неї у віці до 10-12 років. Сучасна молодь – це покоління людей, які народилися після 1996 або 2000 р. Згідно теорії поколінь, описаної Нілом Хау і Вільямом Штрауссом в 1991 р., сучасні студенти належать до покоління Z. Їх називають центеніалами. Вважається, що на їх соціальний та філософський світогляд вплинула світова економічна криза, розвиток мобільних технологій та Internet. Щоб зацікавити представників цього покоління, треба суттєво покреативити. Вони більше люблять дивитися, а не читати, тому віддадуть перевагу інфографіці, а не лонгріду. Центеніали не вивчають лише один чітко визначений предмет – вони звикли до інтердисциплінарного підходу. Миттєво отримують інформацію з будь-якої частини світу і викладач не є єдиним джерелом освіти. Їм важко зосередитися, тому варто часто змінювати види діяльності. Вони чудово розуміють, що під лежачий камінь вода не тече, тому готові працювати заради успіху. Розуміючи, якими принципами керуються студенти нового покоління, ми можемо підтримати їх і вибудувати таку систему освіти, яка буде максимально ефективною і комфортною для них.

Висновок. Підвищення ефективності і якості вищої освіти є одним з основних чинників конкурентоспроможності національної економіки. В свою чергу, якість освітніх послуг залежить від конкурентоспроможності окремих ВНЗ, їх здатності попереджати запити і виклики, зумовлені динамічністю розвитку інформаційного суспільства, порозуміння двох поколінь – студентів і викладачів, що більшої мірою залежить від педагогічної майстерності останніх, їх вміння сприймати нове і прогнозувати майбутнє.

Список літератури.

1. Полунеев Ю. Конкурентоспособность страны как национальная идея [Електронний ресурс] / Ю. Полунеев. – // Зеркало недели. – 2005. – № 10, 18.03.-25.03. – Режим доступу: https://zn.ua/ECONOMICS/konkurentosposobnost_strany_kak_natsio
nalnaya_ideya.html.

2. Побережець О.В. Забезпечення конкурентоспроможності національної економіки України в умовах глобалізації [Електронний ресурс] / О.В. Побережець, Г.В. Макаревич. – // Ефективна економіка. – 2017. – № 6. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5669.

3. Кондаурова І.О. Від індустріальної економіки до економіки знань [Електронний ресурс] / І.О. Кондаурова, О.М. Хаснутдінова. – // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 4, Т.1. С. 235-238.

4. Назиров К.З. Сучасні фактори конкурентоспроможності національної економіки [Електронний ресурс] / К.З. Назиров // Вісник Національного університету «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого». – 2014. - № 3. – С. 159-171. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnyua_etp_2014_3_16.

5. Хоменко О. Топ-10 причин, чому Україна опустилась в глобальному рейтингу конкурентоспроможності [Електронний ресурс] / О. Хоменко. – // Інформаційно-аналітичний сайт «Хвиля». – Режим доступу: http://hvylya.net/analytics/economics/top-10-prichin-chomu-ukrayina-opustilas-v-globalnomu-reytingu-onkurentospromozhnosti.html.

6. The World Economic Forum [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index/downloads/.

7. Україна у пошуку нових конкурентних переваг [Електронний ресурс] // Економічна правда. – Режим доступу: http://www.epravda.com.ua/cdn/cd1/2016/10/
ukraina-u-poshuku-novyh-konkcurentnyh-perevag/index.html.

8. Янковець Т.М. Проблеми якості сучасної освіти та напрями їх вирішення
[Електронний ресурс] / Т.М. Янковець. – Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Проблеми та перспективи соціально-психологічного розвитку освіти в Україні та доступ до неї соціально незахищених верств населення». – 27.03.2014. – Режим доступу: http://knutd.com.ua/publications/conference/27.03.2014/Iankovets_
47.doc.pdf.

9. Царенко І.О. Проблеми підготовки висококваліфікованих кадрів ВНЗ України в умовах формування інноваційної моделі економіки та напрями їх вирішення / І.О. Царенко // Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки». – Одеса, 7-11.09.2015. – С. 75-81.

10. Єрмоленко А.Б. Розвиток національного освітнього простору в контексті надбань теорії поколінь [Електронний ресурс] / А.Б. Єрмоленко. – // Вісник національного університету оборони, 2015. – №3(40). – С. 82-87. – Режим доступу: http://lib.iitta.gov.ua.

11. Факультет економіки моря [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://fem.nuos.edu.ua/.

12. Ладика І. Діти XXI століття: знайомся, центеніали! [Електронний ресурс] / І. Ладика. – Режим доступу: http://studway.com.ua/centenial/.

УДК 658

УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ З ТОЧКИ ЗОРУ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ПАРАДИГМИ В ЕКОНОМІЦІ

Циганова О.С.

Економіка як наука розглядає господарський процес як в цілому, так і з точки зору інтересів окремого підприємства. Одним з основних об'єктів вивчення економіки є організація процесу управління підприємством.

Стійке економічне зростання підприємства на сучасному етапі економічних реформ потребує нетрадиційних підходів до вдосконалення управління. Проблеми системної інтеграції різних аспектів управління підприємствами в умовах постійних змін у зовнішньому і внутрішньому середовищі є надто актуальними, оскільки зумовлені також і тим, що в сучасних, швидко змінних економічних обставинах важливою є швидка й адекватна реакція на події, що відбуваються, уміння адаптуватися до змін і ситуацій, що виникають. Отже, керівники намагаються створювати підприємства, що пристосовуються до змін і відповідним чином реагують на них, закладаючи основу адаптивного управління як практичної стійкої діяльності по відношенню до екосистем і біологічних видів, яка враховує невизначеності та екологічні флуктуації і яка є оборотною і гнучкою. Крім того, останнім часом спостерігається активне застосування законів біологічних наук до опису процесів, що відбуваються в бізнесі.

Фактично поняття «адаптація» прийшло в менеджмент із біології та лексично визначається як здатність живих організмів пристосовуватися до постійно мінливих зовнішніх умов. Під адаптацією визначається процес зміни параметрів і структури системи у відповідь на зміни зовнішнього середовища.

Необхідність адаптивного управління пов'язана з тим, що з одного боку, підприємство має на меті постійне та безперервне поліпшення своєї діяльності, з іншого – підприємство працює в постійно мінливих умовах, що створюють невизначеність. У цих умовах використання адаптивного управління дозволяє зняти протиріччя між поточним станом підприємства і тим, яке потрібно для успішної роботи в нових змінених умовах.

У даному підході підприємство постає як живий організм. Воно в своїй поведінці керується метою та всі свої дії вибудовує виходячи з необхідності досягнення мети. Головним завданням підприємства, як головною метою будь-якого здорового організму, є виживання та розвиток (зростання). Прибуток підприємства став розглядатися як кисень для живого організму, тобто необхідністю, але не метою життя [1].

Еволюційна парадигма в економіці дозволяє розглядати досліджувані соціально-економічні системи не як механізми, а як організми, які послідовно проходять в своєму життєвому циклі безперервні етапи становлення, розвитку, занепаду і загибелі, які змінюють один одного, трансформуються та розвиваються за законами еволюції, за законами самоорганізації складних систем [2].

Ефект конкуренції – це важлива властивість систем, що самоорганізуються. Фактично будь-яка впорядкована структура є наслідком конкуренції між нестійкими видами: «виживаючий» вид пригнічує інші та нав'язує відповідну структуру системі. У біологічних системах природний відбір найкращих властивостей системи (популяції) відбувається в процесі конкуренції об'єктів (осіб), які є носіями цих властивостей.

З декількох видів, що спочатку мешкають в одній екологічній ніші (тобто споживаючих один й той самий ресурс), після закінчення певного часу залишається лише один вид, який споживає цей ресурс найефективніше. Співіснування можливо лише тоді, коли види відносяться до різних ніш.

Економічні системи, так само як і біологічні, дійсно є прикладом систем, що самоорганізуються. По-перше, будь-яка економічна система є системою потокового типу, пов'язана із зовнішнім середовищем (природним, політичним, культурним) потоками енергії, матерії та інформації. По-друге, у будь-якій техніко-економічній парадигмі елемент самовідтворювання спочатку закладений у вигляді виробництва засобів виробництва [3].

Біономіка – це альтернативний напрям в економічній науці, який виник на межі сутності понять економіки та біології в результаті відкриття схожості економічних та біологічних процесів і явищ. У цьому напрямі економіка представляється як подібність живих систем або екосистем, на основі чого вводяться нові методи вивчення економічних систем та оцінки їх якості.

Останнім часом динамічно розвивається новий підхід до пояснення постійних змін економічних процесів та явищ, який отримав назву еволюційної економіки. Науковці вважають еволюційну економіку одним із найважливіших розділів біономіки. Існує думка, що підходи еволюційної економіки можуть бути плідними в перехідний період, коли процеси прискорюються, ламаються старі інституції, створюються нові, а економічна рівновага не встигає ще встановитися, як умови знову змінюються, та головним є зрозуміння того, яким чином відбувається процес змін. Основний об'єкт еволюційної економіки – це множина (популяція) підприємств у конкретному (ринковому) середовищі (галузі) [4].

Сучасна еволюційна економіка – це напрям економічної науки, у рамках якого економічні процеси розглядаються як відкриті та безповоротні, такі, що випробовують постійні дії зовнішнього середовища та реагують на них. Основний проголошуваний методологічний принцип виражається в прагненні зрозуміти, як відбувається процес змін, виявити рушійні сили та чинники розвитку, основні тенденції еволюції для ефективнішого управління економікою й точнішого пророцтва результатів змін [5].

У еволюційній економіці застосовується концепція біологічної еволюції та біологічного інструментарію (ген, мутація, популяція), ґрунтована на припущенні про схожість законів еволюції в живій природі і в господарській системі.

Отже, в даний час, з точки зору еволюційної парадигми в економіці, підприємство розглядається як утворення, яке знаходиться в постійно мінливому середовищі та вимушене реагувати на нього та змінюватися разом з ним, тобто воно є живим розумним соціальним організмом. Умови ведення бізнесу постійно ускладнюються і підприємство для того, щоб ефективно функціонувати, вимушено пристосовуватися до мінливих зовнішніх соціально-економічних умов. Саме використання адаптивного управління дозволяє змінити поточний стан підприємства на потрібні для успішної роботи в нових змінених умовах.

Список літератури

1. Макарова И. К. Управление человеческими ресурсами. Уроки эффективного HR-менеджмента / И. К. Макарова. – 8-ге вид. – М.: Дело, 2015. – 282 с.

2. Захарченко П. В. Эволюционные изменения экономических систем [Электронный ресурс] / П. В. Захарченко // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». – 2012. – № 9. – Режим доступу: http://www.m.nayka.com.ua/?op=1&j=efektyvna-ekonomika&s=ua&z=1361

3. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации / Г. Николис, И. Пригожин; ред. Ю. А. Чизмаджева. – М.: Мир, 1979. – 512 с.

4. Економіка підприємства: магістерський курс: [підручник] / М. В. Загірняк [та ін.]; ред. М. В. Загірняк, П. Г. Перерва, О. І. Маслак. – Ч. 2. – Кременчук: ТОВ "Кременчуцька міська друкарня", 2015. – 736 с.

5. Сопин В. С. Вопросы экономической теории. Макроэкономика [Электронный ресурс] / В. С. Сопин // Проблемы современной экономики. – 2009. – № 3. – Режим доступа: http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2687

УДК 334.021.1

КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Баланенко О. Г., ст. викладач
Медведєва В. М., ст. викладач
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Створення і поліпшення господарського механізму природокористування неможливе без оцінки ситуації у взаємодії економіки і екології, а також представлення можливих шляхів еколого - економічного розвитку в майбутньому. Більш глобальною проблемою є надмірне використання природних ресурсів, збереження навколишнього середовища, збереження вичерпних видів природних ресурсів та важливість економічної утилізації.

У еколого-економічній системі сукупне техногенне навантаження не повинно перевищувати самововстановленого, асиміляційного потенціалу природного середовища. Екологічна регламентація допустимого навантаження підприємства будь-якої індустрії на довкілля, встановлюється у вигляді нормативів

гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферу, скидів у водні об'єкти, лімітів розміщення відходів та ін.

Еколого-економічний аналіз здійснюється за двома основними напрямками. Перший напрямок включає виявлення масштабів, елементів і результатів діяльності підприємстві, регіону, країни в цілому, що має вплив на довкілля, другий напрямок передбачає визначення впливу такої діяльності на формування й оцінку кінцевих показників роботи підприємства.

Слід зазначити, що дотепер еколого-економічний аналіз на абсолютній більшості вітчизняних підприємств практично не проводився, і навіть зараз цей вид економічного аналізу у всій широті його прояву застосовується лише на окремих провідних підприємствах. Більшість українських підприємств обмежує рамки еколого-економічного аналізу аналізом обсягів забруднень підприємством навколишнього середовища та аналізом відповідних екологічно орієнтованих платежів.

При цьому економічний аналіз не може досить ефективно вирішувати свої найважливіші завдання, оскільки він залишає поза увагою екологічний фактор виробництва, вплив якого невпинно зростає і спричиняє деформацію впливу інших факторів господарювання. Відповідно отримані внаслідок такого “деформованого” економічного аналізу результати не можуть вважатися достовірними.

Включення природоохоронної діяльності в систему економічного аналізу та розвиток комплексного еколого-економічного аналізу буде сприяти, по-перше, підвищенню об’єктивності результатів аналізу, більш ефективному вирішенню завдань, що постають перед ним, по-друге, поліпшенню екологічної ситуації на окремих підприємствах і в країні в цілому.

Розглянемо на рисунку 1 види еколого-економічного аналізу діяльності підприємства, що представляють собою фінансово-економічну складову, управлінську та екологічну складові.

Рисунок 1 Види еколого-економічного аналізу діяльності підприємства

Еколого-економічна аналіз підприємства проводиться у наступній послідовності: місце розташування та природно - кліматична характеристика території, аналіз розміром і спеціалізація підприємства, забезпеченність і використання трудових ресурсів, основних і оборотних фондів, описується динаміка собівартості і рентабельності окремих видів продукції, проводиться оцінка фінансового стану, потім , аналізуйте екологічна діяльність, а саме, використання та забруднення природних ресурсів, плата за забруднення.

Головною складовою еколого-економічного аналізу діяльності підприємства є оцінка еколого-економічного збитку від забруднення навколишнього середовища, так як він показує фактичні або можливі збитки. Він застосовується при техніко-економічне обґрунтування інвестицій і проекту, а також при розрахунку плати за забруднення навколишнього середовища.

Оскільки еколого-економічний збиток є єдиною мірою оцінки техногенного впливу на різні сфери суспільного життя, її розрахунок вимагає великої кількості вихідних даних, багато з яких практично не фіксується, або просто не піддаються формалізації. Такі види шкоди, як, наприклад, моральний ,естетичний і інші , має певні економічні та теоретичні, його, можливо , висловити деякими вартісними оцінками. Однак на сьогоднішній день методика розрахунку не розроблена, тому розрахунковий еколого-економічний збиток занижений по відношенню до реального. Таким чином, існуюча ситуація призводить до необхідності вдосконалення застосовуваних методів оцінки.

Застосування адекватної еколого-економічної оцінки діяльності підприємств дозволить надавати більш якісного аналітичну інформацію для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на зниження негативного впливу підприємства на навколишнє середовище.

Таким чином, включення природоохоронної діяльності в систему економічного аналізу та розвиток комплексного еколого-економічного аналізу буде сприяти, по-перше, підвищенню об'єктивності результатів аналізу, більш ефективному вирішенню завдань, що постають перед ним, по-друге, поліпшенню екологічної ситуації на окремих підприємствах і в країні в цілому.

Список літератури:

1. Ernst Haeckel. Generalle Morphologie der Organismen. – Berlin: Reimer, 2014. – Bd 2. – 462 s.
2. Семюелсон Пол А., Нордгауз Вільям Д. Макроекономіка. – К. : Основи, 2012. – 438°с.
3. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» — [Електронний носій]. — Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12.
4.Савицька Г.В. Аналіз фінансово-господарської діяльності:[Навчальний посібник] -4-те вид., випр. и доп.-М.: Инфра-М, 2008.-467с.
5. Федоренко Л. Економіка природокористування: :[Навчальний посібник]-1-ше вид., випр. І доп.-К:Знання, 2011.-593.

УДК 378.4

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ОСВІТНІХ УСТАНОВ

Дюндін В. Д.; Антоненко Н. В.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Розвиток економіки держави базується на стабільній, прогресуючій і прибутковій діяльності всіх суб'єктів господарювання. Аналізуючи існуючу реальність, у даний час в Україні склалася така ситуація, що велика кількість підприємств і організацій використовують застарілі технології і методи роботи. Останнє не може не впливати негативно на конкурентноздатність, на зростання потенціалу країни. Україні необхідний перехід до інноваційного шляху розвитку, до кардинальних змін у всіх галузях економіки. На нашу думку, у даний час національна інноваційна система України має ряд недоліків, зв'язаних з недосконалістю законодавчої бази щодо стимулювання інновацій, відсутність чіткої інноваційної структури і механізмів оцінки інноваційної діяльності, відриву наукової і практичної діяльності і так далі. Ми вважаємо, що основної складової інноваційної системи держави повинна бути наукова діяльність, подальший розвиток якої неможливо без наявності ефективної системи освіти, у тому числі вищої. Оптимальний розвиток процесу регіоналізації вищої освіти, що поглиблюється, можливо лише при всеосяжній реалізації навчальними закладами всього комплексу заходів щодо задоволення своїх і державних потреб у підготовці кваліфікованих кадрів.

Специфіка дослідження механізмів формування майбутнього кадрового фонду, потенціалу вищої школи, вчених і педагогів полягає в тому, що вони, в основному, починають свою кар'єру в рамках того ж вищого навчального закладу, в котрий прийшли ще як абітурієнт і першокурсник. Кому, як не їм, відомі всі труднощі становлення майбутнього випускника, висококваліфікованого фахівця, молодого вченого чи викладача вузу. Тому досліднику дуже важливо знати їхню думку по даній проблемі. З цією метою необхідно розробляти опитувальний лист експерта, у якому б їм пропонувалося оцінити соціальне самопочуття студентів ВНЗ, висловити свої розуміння по різних аспектах студентського життя; визначити фактори, що впливають на вибір абітурієнтами своєї спеціальності і самого вищого навчального закладу; дати оцінку відповідності студентського життя представленням про неї колишніх абітурієнтів; які основні труднощі встають у ході навчання; які причини й обставини визначають процеси формування особистості фахівця, магістра, викладача вузу; які ідеологічні цінності визначають їхня свідомість і світогляд і так далі.

На наш погляд, вирішальними факторами трудової мотивації для випускників вузу є її інтелектуальна складова, зухвалий інтерес до роботи, перспективи просування по ній і гідна матеріальна винагорода.

Ці пріоритети є домінуючою життєвою стратегією, уступаючи особистим схильностям і інтересам, гарним умовам роботи, престижності професії і гарних умов праці. Тут чітко ідентифікуються прагматична функція освіти досягти матеріальної забезпеченості, соціально-престижна функція освіти - досягти високого соціального статусу, професійна функція освіти - стати висококваліфікованим фахівцем. Інші мотиви вибору вузу є підлеглими зазначеним стратегіям. Так, можливість роботи за рубежем обумовлено бажанням бути матеріально незалежним, досягти життєвого успіху. Відстрочка від армії, гарні умови не є домінуючими і

служать додатковими факторами. З визначеним ступенем вірогідності можна постулировать положення про те, що сучасне студентство рятується від романтизму, стає більш прагматичным, прагне за допомогою вищої освіти забезпечити життєвий успіх, матеріальне благополуччя і відповідний соціальний статус.

Що стосується пропозицій по підготовці майбутнього фахівця, то, на наш погляд, акцент у профориентационной роботі, насамперед , необхідно перенести на виявлення схильностей і здібностей майбутніх студентів і фахівців до цілком визначеного виду діяльності. Для цього необхідно використовувати психологічні тестування при прийомі документів.

Очевидно, основну вагу в цій роботі повинні взяти на себе випускаючі кафедри, а також соціологічна і психологічна служби вузу. У зв'язку з цим доцільно розширити їхню компетенцію в процесі набору студентів.

Професійна придатність повинна бути одним з головних параметрів можливості навчання у вузі на ряді із середнім балом атестата й екзаменаційних оцінок (тобто включається в прохідний бал).

Це тим більше відноситься до контрактного (замовлений, договірної) системі набору студентів, при якій береться на себе уся відповідальність за якість підготовки фахівця.

Вирішальними факторами, що визначають становлення нашої студентської молоді, формування їх як особистості і фахівця є навчальний процес і саме навчання, професіоналізм викладачів, ступінь технічної оснащеності вузу, відповідальний відношення до навчання, підвищення кваліфікації, стажування за рубежем, участі в грантах. Визначений вплив на зазначені процеси роблять також участь студентів у науковій праці, обмін досвідом з іншими вузами, проведення робіт з виділюваних грантів - вважає майже половина експертів, у той же час, стільки ж їхній вважають, що участь студентів у науковій праці впливає на них незначно, чи зовсім не впливає.

Важливе місце в становленні особистості фахівця займає наукова праця.

У висновку слід зазначити, що рішення проблеми ефективного становлення суб'єкта інтелектуального потенціалу, його психологічної стійкості, соціалізації особистості до моменту її виходу з вищої школи, готовності до самостійної трудової і суспільної діяльності, адаптованості та стійкості до несприятливих соціально-економічних факторів і умов у значній мірі залежить від ефективності взаємодії всіх структурних формувань, інстанцій і суб'єктів освітнього процесу від Міністерства освіти і науки до завідувача кафедрою, рядового викладача і куратора групи. При цьому принципове значення має сполучення всього комплексу і різноманіття підходів до процесу підготовки нашого випускника як особистості і фахівця на основі обліку індивідуальних особливостей кожного з них, їхнього характеру, здатності, можливостей і професійних устремлінь.

Необхідно активізувати зусилля по одержанню державного замовлення, замовлень галузевих міністерств, замовлень підприємств, замовлень місцевих органів державної влади, громадських організацій, приватних осіб на підготовку фахівців; по розробці і упровадженню власних програм навчальної і наукової праці; по здійсненню комерційної, торгової і наукової праці; по одержанню фінансової і матеріальної допомоги від органів державної виконавчої влади, підприємств, заснувань, організацій, приватних осіб, благодійних фондів, по пошуку роботи для фахівців, що вивільняються через скорочення штатів по контрактах за рубежем, допомоги їм у створенні комерційних підприємств чи відході в комерційні структури; по розширенню платної освіти по співвідношенню з бюджетним, наданню платних викладацьких послуг, підробітків на стороні; по частковому перепрофілюванню вузів, відкриттю нових кафедр і розширенню курсів підготовки по наявних спеціальностях з урахуванням універсалізації і розширення спектра можливостей застосування одержуваних знань у сферах діяльності, що випробують тенденцію до росту обсягів виробництва: комерційна і підприємницька діяльність, сфера торгівлі і послуг, фінансова, банківська, бухгалтерська робота, юриспруденція, адвокатура, міжнародне право і мови, організація, управління, менеджмент, податкова і митна служба й інші.

Список літератури

1. Данилишин Б., Куценко В. Інтелектуальні ресурси в економічному зростанні: шляхи поліпшення їх використання [Текст] / Б. Данилишин // Економіка України. – 2005. - №8. –С.71-79.
2. Шарко М. Модель формування національної інноваційної системи України[Текст] / М. Шарко // Економіка України. – 2005. - №8. – С.25-30.

УДК 656.6

КЛАСИФІКАЦІЯ МОРСЬКИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ

Надточій І.І.; Загумений І.В.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Морський порт – це транспортний комплекс, розташований на відведеній в установленому порядку державній адміністрації порту території та акваторії зі встановленими межами, призначений і обладнаний для обслуговування суден і пасажирів, в якому створено морську адміністрацію порту, здійснюються вантажно-розвантажувальні роботи, надаються транспортно-експедиторські, спеціалізовані та інші послуги, а також забезпечуються безпечне плавання та стоянка суден [1].

Морські порти України є найважливішою складовою частиною не тільки транспортної, але і виробничої інфраструктури країни. Особлива роль портів в економіці визначається тим, що вони розташовані на напрямках міжнародних транспортних коридорів, а також тим, що через них проходить адміністративний та економічний кордон України. Порти виконують роль пунктів стиковки (перехідних мостів) між транспортною системою, а відповідно і економікою України з світовою транспортною системою та економіками іноземних держав [2].

За масштабами вантажопотоку морські торговельні порти України доцільно поділити на чотири групи:

- перша група портів, що є найбільшими за масштабами вантажопотоку – порти Великої Одеси (Одеса, Іллічівськ, Южний, Білгород-Дністровський), які разом забезпечують 60 % всього вантажопотоку державних морських торгових портів України.

Друга група портів – об'єднує порти Маріуполя і Бердянська, які забезпечують близько 15 % всього вантажопотоку.

Третя група портів – складається з портів Миколаїв, Херсон, Октябрськ і Скадовськ, питома вага яких становить 15 % вантажопотоку. Вони спеціалізуються в основному на постачанні зернових, металу і автомобілів.

Четверта група портів – порти Рені, Ізмаїл і Усть-Дунайськ. Їх частка дорівнює 4,5 % загального вантажопотоку.

Варто відмітити, що з 13 морських торгових портів України Одеський виконує функцію логістичного центру (хаб - порт), в який надходять вантажі для подальшого розподілу серед малих портів.

Іллічівський, Маріупольський, Миколаївський та Ренійський порти – це великі порти, що здійснюють перевалку широкого асортименту товарів, маючи у своїй інфраструктурі термінали різної спеціалізації: нафтоналивні, зернові, контейнерні та інші. За своєю сутністю – це диверсифіковані порти.

Усі інші морські порти України є нішевими портами. Вони займаються перевалкою різних видів продукції з суттєвим переважанням одного-двох її видів. Так, у порту Южний основний вантаж – це руда, в Ізмаїлі – вугілля і руда, у Херсоні – сипучі вантажі, в Октябрському – автомобілі.

Найбільшими за проектною потужністю є порти Одеса, Южний, Іллічівськ, Маріуполь, Миколаїв. Їм дещо поступається порт Рені. На ці шість портів припадає 80 % всієї потужності морських портів України.

За сумарною площею складських територій абсолютними лідерами є Іллічівський, Одеський, Маріупольський та порт Октябрськ, у яких зосереджено 54 % відкритих складських територій і 37 % критих складських приміщень.

За показниками потужності морських торгових портів абсолютними лідерами є Одеський, Южний, Іллічівський.

Список літератури:

1. Закон України «Про морські порти України» від 17. 05. 2012 р. № 4709-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/4709-17. – Назва з екрану.

2. Ковбатюк М. В. Еволюція сучасних портових комплексів в аспекті розвитку міжнародних інтеграційних процесів [Електронний ресурс] / М. В. Ковбатюк // Водний транспорт. - 2012. - Вип. 2. - С. 79-83. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodt_2012_2_17.

3. Про схвалення Стратегії розвитку морських портів України на період до 2015 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.07.2008 року // Офіційний вісник України. – 2008. – № 58. – С. 23-30.

4. Демьянченко, А.Г. Роль и структура морских портов Украины [Текст] / А.Г. Демьянченко // Проблемы экономики. – 2013. – №2. – С. 53-59.

5. Мишко А. М. Державна політика розвитку морських портів України [Електронний ре- сурс] / А. М. Мишко. – Режим доступу : http://www.academy.gov.ua/ej/ej18/PDF/24.pdf. – Назва з екрану

УДК 658.5

ЕКСПРЕС-МЕТОД ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВЕРСТАТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Надточій І.І.; Ломоносова О.Е.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

В процесі управління підприємством в сучасних умовах господарювання важливе місце належить оцінці конкурентоспроможності пропонованої споживачам продукції.

Конкурентоспроможність – це властивість продукції, що виражає її здатність бути реалізованою споживачам на конкретному ринку в певний період. Рівень конкурентоспроможності визначає відмінність аналізованої продукції від продукції конкурентів, наявних на даному ринку, а також тих, які прагнуть потрапити на нього, за ступенем задоволення конкретної потреби і за витратами на її задоволення.

Для визначення конкурентоспроможності необхідно мати інформацію про сумарний корисний ефект від розробки, експлуатації, збуту та обслуговування розглянутих і порівнюваних видах продукції, про повні витрати на всіх етапах їх життєвого циклу, включаючи витрати, пов'язані з впливом на соціальну сферу і навколишнє середовище.

При використанні традиційних підходів до розрахунку рівня конкурентоспроможності продукції виникають серйозні проблеми зі збором необхідної інформації. Її збір, як правило, є достатньо трудомістким і дорогим. Особливі труднощі виникають при оцінці рівня конкурентоспроможності перспективних розробок продукції, що вперше з'явилася на ринку.

З метою оцінювання рівня конкурентоспроможності пропонованої споживачам конкретного ринку складної верстатної продукції, пропонується метод експрес-аналізу, який може застосуватися в широкому діапазоні умов при порівняно невеликому обсязі вихідних даних.

Суть методу полягає в такому. В сучасних умовах продукція верстатобудування розглядається як система обслуговування певної суспільної потреби, наприклад, продається не верстат окремо, а верстатне обладнання з сервісом, тобто з відповідним консультативним, технічним і ремонтним обслуговуванням. Отже, необхідно аналізувати конкурентоспроможність продукції як системи обслуговування потреби і розглядати показники якості такої системи.

При цьому необхідно розглядати все різноманіття показників конкурентоспроможності, серед яких – показники призначення, надійності, технологічності, ергономіки, безпеки, економічні показники, показники витрат пов'язаних зі збутом, експлуатацією та обслуговуванням. Також визначаються показники конкурентоспроможності всієї системи обслуговування даної потреби.

Отже, попередня оцінка рівня конкурентоспроможності продукції може здійснюватися на підставі зіставлення ціни продукції в певний період часу на даному ринку і показників конкурентоспроможності, що визначають споживчий ефект.

Розглянутий метод полягає у виконанні наступних послідовних дій.

Визначається n найбільш значущих показників k_{ij} для оцінки рівня конкурентоспроможності продукції (де $i = 1, \dots, n$ - індекс показника конкурентоспроможності, j - індекс виду продукції). Відбір може проводитися як одноосібно, так і з залученням інших експертів.

Проводиться перетворення показників конкурентоспроможності k_{ij} в безрозмірні величини k_{ij} одним з можливих способів. При цьому краще значенням показника конкурентоспроможності повинно відповідати більшому значенню безрозмірного показника.

Для кожного з обраних показників конкурентоспроможності оцінюється його важливість з точки зору оцінки загального рівня конкурентоспроможності продукції.

Далі для кожного з обраних показників конкурентоспроможності визначається ваговий коефіцієнт m_i, пропорційний важливості даного показника для оцінки рівня конкурентоспроможності продукції.

$$K_j = \sum_{i=1}^{n} m_i \times \overline{k}_{ij}.$$

Для кожного з обраних видів продукції здійснюється додавання добутків безрозмірних значень показників конкурентоспроможності на відповідні вагові коефіцієнти. Результат назвемо сумою зважених показників конкурентоспроможності продукції обраного виду.

Обчислюється частка від ділення порівнянної ціни C_j одиниці кожного j-го виду продукції (вираженої в одній грошовій одиниці) на відповідну суму зважених показників конкурентоспроможності. Під порівнянними маються на увазі ціни на різні види продукції, що знаходяться в однакових умовах з точки зору споживача. Частка від ділення є ціною одиниці j-го виду продукції.

$$C_j = \frac{C_j}{K_j}.$$

За результатами обробки даних робиться висновок про конкурентоспроможність продукції конкретного виду на певному ринку. При цьому найбільш конкурентоспроможною є та продукція, у якій ціна одиниці зваженої конкурентоспроможності менше.

На жаль, інформація про види показників, оцінюваних з точки зору оцінки рівня конкурентоспроможності, часто відсутня в рекламних проспектах і навіть у відвантажувальних документах. Це відноситься, зокрема, до показників надійності верстатів (ресурс до першого капітального ремонту, напрацювання на відмову, питома сумарна оперативна трудомісткість технічного обслуговування і т. д.), ергономічних показників (параметри середовища на робочому місці верстатника, параметри вібрації та ін.) тощо.

На підставі звітів ПАТ «Одеський завод радіально-свердлильних верстатів» було проведено дослідження конкурентоспроможності конкретних моделей верстатів. Для дослідження був обраний радіально-сверлильний станок моделі 2А554.

Дане дослідження обмежене використанням тільки тих показників, дані про яких є досить достовірними. Моделі верстатів об'єднані в групи близьких за призначенням машин. Це відображено в найбільш характерному показнику - максимальному діаметрі свердління по сталі. В першу групу увійшли радіально-свердлильні верстати з діаметром свердління 50 мм, в другу - вертикально-свердлильні з діаметром свердління 32 мм, в третю - ковальсько-пресові з діаметром свердління 35 мм.

З метою оцінки важливості розглянутих показників конкурентоспроможності верстатів в процесі представленого дослідження було також проведено анкетування фахівців верстатобудування. Обчислені суми зважених показників конкурентоспроможності і ціна одиниці зваженої конкурентоспроможності для вітчизняних моделей, визначені найближчі конкуренти на закордонному ринку металорізального обладнання.

Аналіз результатів застосування експрес-методу показав, що оцінка рівня конкурентоспроможності конкретних моделей верстатів, отримана з його допомогою, збігається з оцінкою, зробленою провідними фахівцями галузі та споживачами. Запропонований метод не може замінити повного дослідження конкурентоспроможності, але в умовах обмежених ресурсів, виділених на виконання подібних досліджень він є досить ефективним інструментом.

УДК 330.3

ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ: СУТЬ, ФОРМУВАННЯ І НАПРЯМИ РОЗВИТКУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ

Огорь Г.М.; Година Н.О.
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

В сучасних умовах господарювання, які характеризуються прискоренням науково-технічного прогресу, глобалізацією й інтернаціоналізацією ринків, посиленням конкуренції, що супроводжується скороченням термінів дії конкурентної переваги і необхідністю розділення ринку на сектори, ніши та мікросегменти, інноваційність стає ключовим чинником успіху або навіть єдиним засобом виживання. Управління нововведеннями слід розглядати як найважливіше завдання антикризової політики малих підприємств. При прийнятті управлінських рішень слід виходити з особливостей інноваційного процесу, враховувати міру новизни нововведень, їх потенціал, а також ресурсні можливості малого підприємства.

Інноваційна діяльність пов'язана із залученням різних ресурсів, основними з яких є інвестиції і витрати часу на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи і технологічне освоєння виробництва нової продукції. Процес формування ефективної системи управління інноваційної діяльності залежить від рівня інноваційного потенціалу малого підприємства - його можливості в досягненні поставлених інноваційних цілей.

Реалізація цих цілей виступає як засіб отримання прибутку в довгостроковій перспективі, зміцнення, а потім і підвищення конкурентних можливостей на ринку, вирішення кризової проблеми і проблеми виживання в цілому. Чим вище рівень інноваційного потенціалу малого підприємства, тим успішніше воно може уникати кризових ситуацій. Процес формування і розробки інноваційної діяльності малого підприємства передбачає визначення напряму розвитку кожного з показників діяльності підприємства.

Процедура розробки інноваційної діяльності підприємства складається з таких етапів.

Етап 1. Визначення цілей і завдань інноваційної діяльності.

Етап 2. Аналіз зовнішнього і внутрішнього середовища функціонування малого підприємства.

Етап 3. Синтез отриманої інформації та визначення основних напрямів інноваційної діяльності.

Етап 4. Оцінка інноваційного потенціалу малого підприємства.

Етап 5. Формування "інноваційного портфеля".

Етап 6. Формулювання інноваційної політики.

На будь-якому етапі розробки інноваційної діяльності може здійснюватися зворотній зв'язок з попередніми стадіями з метою уточнення та коригування результатів раніше виконаних процедур.

Формування інноваційної діяльності на постійній основі дає змогу безпосередньо здійснювати інноваційні процеси, дозволяє більш ефективно розподіляти ресурси між різними напрямами діяльності та забезпечує підвищення конкурентоспроможності малого підприємства в довгостроковій перспективі на базі інноваційного розвитку.

Необхідними умовами реалізації успішної інноваційної політики й ефективного управління інноваційною діяльністю є:

- створення сприятливих умов, які стимулюють пошук та освоєння нововведень. Стимулювання співробітників інноваційних підрозділів повинне враховувати економічні особливості інноваційного процесу (великий ризик, тривалий період запізнювання результату по відношенню до витрат, велика винагорода у разі успіху);

- визначення пріоритетних напрямів інноваційної діяльності відповідно до цілей стратегічного плану (провідна роль в організації інновації належить вищому керівництву);

- націлювання усієї інноваційної діяльності на потреби ринку;

- реорганізація системи управління малим підприємством з урахуванням розвитку інноваційних структур. При диверсифікації діяльності малого підприємства слід враховувати, що недоцільно занадто далеко виходити за рамки своєї сфери діяльності. Якщо інновації занадто відмінні від сфери діяльності підприємства, то слід створювати дочірні інноваційні структури;

- збільшення швидкості реакції підприємства на вимоги ринку. Найважливішим стратегічним ресурсом малого підприємства є персонал. Від рівня кваліфікації, професійної підготовки працівників, тобто їх кадрового потенціалу, у вирішальному ступені залежать ефективність інноваційної діяльності та результати роботи підприємства в цілому.

УДК 332.1

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МАЛОГО БІЗНЕСУ В ХЕРСОНСЬКОМУ РЕГІОНІ

Пулянович О.В.; Стоцький В.В.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Для розвитку діяльності малих та середніх підприємств, які є найуразливішими економічними суб‘єктами ринкової економіки, вкрай необхідна стабільна економіко- політична ситуація в країні. Як відомо, будь-які кон‘юнктурні коливання можуть бути небезпечними для їх фінансово-економічної діяльності. Значної ролі набуває стимулювання розвитку малого підприємництва в регіонах, завдяки чому стає можливим досягнення стратегічних цілей соціально-економічного розвитку як регіонів, так і країни [1].

З метою створення умов для покращення стану та розвитку малого бізнесу в Херсонській області необхідно:

– удосконалити структуру освітніх програм з питань підприємницької діяльності;

– поширити практику проведення конференцій, семінарів, засідань за круглим столом, форумів, міжнародних зустрічей із залученням суб‘єктів малого підприємництва;

– створити умови для ефективного розвитку мережі регіональних і місцевих фондів підтримки підприємництва для запровадження прогресивного механізму кредитно - гарантійної та фінансової підтримки малого підприємництва;

– розробити механізм створення у регіонах бізнес-центрів, бізнес - інкубаторів (у тому числі молодіжних), ресурсних, консультаційних центрів, тощо;

– запровадити проведення виставок і ярмарок продукції, виробленої суб'єктами малого підприємництва з метою стимулювання випуску конкурентоспроможної продукції вітчизняних підприємств;

– удосконалити функціонування «гарячої лінії» для підприємців у місцевих органах влади. Це допоможе співробітництву між суб‘єктами малого підприємництва та органами виконавчої влади;

– сприяти розвитку міжнародного співробітництва у сфері малого підприємництва.

Серед заходів, що спрямовані на підвищення рівня конкурентоспроможності кадрового складу суб‘єктів малого підприємництва, необхідно виділити такі:

– підготовка управлінських кадрів і бізнес-команд для суб'єктів малого підприємництва та подальший розвиток систем підготовки і навчання населення основам ведення підприємницької діяльності, у тому числі незайнятого населення;

– організація професійного навчання осіб, які перебувають на обліку в службі зайнятості, за направленнями цієї служби за професіями та спеціальностями, що користується попитом у приватнопідприємницькому секторі та сприяють розвитку власної справи;

– підтримка самозайнятості;

– організації стажувань, обміну досвідом на підприємствах України, в іноземних фірмах і зарубіжних навчальних закладах для суб'єктів малого підприємництва;

– підготовка і проведення олімпіад, конкурсів підприємницьких проектів з метою підвищення рівня економічних знань у школярів і студентів;

– проведення Всеукраїнського конкурсу бізнес-планів підприємницької діяльності серед молоді та Всеукраїнський конкурс «Молодий підприємець року»;

– поширення інформації про потенційні можливості малого підприємництва, надання допомоги у пошуку ділових партнерів, сприяння збільшенню обсягів експорту продукції;

– узгодження обсягів і профілів підготовки робітників і фахівців (насамперед з числа молоді) в установах професійної освіти всіх рівнів з урахуванням потреб ринку праці в малому підприємництві;

– забезпечення зайнятості трудових ресурсів при структурних змінах в економіці.

Довгостроковими пріоритетами, що окреслені у Стратегії економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2020 р. є такі [2]:

в аграрній сфері – сприяння розвитку малого підприємництва передбачено шляхом:

– мотивації сільських мешканців до створення фермерських господарств;

– стимулювання малого бізнесу до виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції, яка зменшить частку імпортних товарів на регіональному ринку;

у сфері розбудови та модернізації транспортної інфраструктури:

– створення мотиваційних умов для розвитку малого бізнесу у транспортній сфері;

– дерегуляція підприємницької діяльності;

– впровадження та дотримання принципів «мовчазної згоди» та «єдиного вікна»;

у туристичній сфері:

– розвиток інфраструктури та підвищення якості ринку туристичних послуг;

– створення кластерів.

Для суттєвого позитивного впливу на покращення підприємницького середовища в області доцільним є організація Координаційно-дорадчої ради з питань підприємництва при облдержадміністрації, що має визначати та вирішувати проблемні питаня регіону. Серед заходів регулювання діяльності підприємців, що могли б покращити клімат у підприємництві, крім вище зазначених, треба виділити і удосконалити такі:

- законодавча регламентація термінів і кількості перевірок підприємців;

- розробка механізмів ціноутворення та конкурентоспроможності продукції регіону;

- формування механізми захисту дрібних товаровиробників від великих монополій у регіоні;

- удосконалення механізми надання державного майна в оренду підприємцям малого бізнесу;

- вивчення стану розвитку малого бізнесу на території регіону та розробка заходів щодо його розвитку на пільгових умовах у менш розвинених районах;

- розробка механізмів координації діяльності суб‘єктів малого підприємництва для більш ефективного їх використання для розв‘язання проблем регіону (району);

- здійснення оцінки інвестиційних переваг адміністративно-територіальних одиниць регіону за допомогою інтегральних показників з метою підвищення рівня інформованості та методичної підтримки інвестиційних процесів та підприємництва у цілому;

- проведення соціальних опитувань підприємців з питань оцінки клімату підприємницької діяльності.

Література:

1. Аналітичний звіт про стан і перспективи розвитку малого та середнього підприємництва в Україні [Електронний ресурс]: - Режим доступу - http://www.dkrp.gov.ua/info/1220.htm 2

2. Варіант ХОДА Структура стратегічних та операційних цілей до проекту Стратегії розвитку Херсонської області на період до 2020 року, перелік відповідних проектів (сформовано за пропозиціями членів робочої групи з розробки Стратегії).

УДК 656.615

ОСОБЛИВОСТІ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИМОРСЬКИМИ РЕГІОНАМИ

Сіренко І.В., Іщенко О.А.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В сучасних умовах існує суспільний запит на ефективну державну регіональну політику, спроможну здійснити модернізацію на місцевому рівні, стати запорукою підвищення рівня та якості життя людини незалежно від місця її проживання – на всій території України.

Приморськими регіонами України вважаються адміністративно-територіальні одиниці, які безпосередньо або опосередковано (через акваторії лиманів) прилягають до узбережжя Чорного та Азовського морів. До них належать Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Донецька області. Ці території мають яскраво виражену спільність клімату, рельєфу, гідрографічної мережі, властиву їй систему розселення, наявність визначних природних комплексів. Приморські регіони відрізняються своєрідною територіальною організацією господарства та розселення населення. В Одеській, Миколаївській, Херсонській областях головні економічні центри – портово-промислові комплекси та вузли, а також рекреаційні території та найбільші міста, розташовані вздовж узбережжя моря та у нижній течії річкових транспортних артерій (Дніпро, Дунай, Південний Буг).

Приморські регіони для України є:

- морським геоекономічним і геополітичним «фасадом», через який здійснюється зв'язок із світовим господарством;
- транскордонними територіями, через які проходять енергетичні, торговельні, транспортні євроазійські шляхи;
- зонами розвитку морегоподарського комплексу;
- «територіями розвитку» за рахунок розвитку рекреації і туризму;
- полігонами впровадження нових технологій (екологічно чисте виробництво, інноваційні технології у морегосподарському комплексі, видобуток енергоносіїв з газогідратів метану та сірководневої зони Чорного моря тощо).
- видобування морських біологічних ресурсів через збільшення обсягів аквакультури (розведення, вирощування та утримання у повністю або частково контрольованих умовах водного середовища риби та морепродуктів).
- багатогалузевим агропромисловим комплексом.

Багатогранність та значний логістичний потенціал [1] дозволяють зробити висновок про доцільність розвитку логістичного управління у цих регіонах. Там же введене і поняття «логістизації економічних відносин», яка дозволяє забезпечити вирішення ключових завдань регіонального управління за допомогою інноваційного управління [2]:

- вироблення оптимальної стратегії в регулюванні структурних пропорцій і матеріальних потоків суспільного виробництва;
- оптимізації матеріальних та пов'язаних із ними сервісних, фінансових, інформаційних потоків регіону.

Практична реалізація механізмів логістичного управління приморськими регіонами пов'язана із формуванням регіональної логістичної системи [3, 4]. За [5] формування й розвиток регіональних систем передбачає послідовну інтеграцію корпоративних структур регіону і створення єдиного інформаційного простору реальних та віртуальних організацій, які розташовані (базуються) в регіоні, з урахуванням інноваційних інформаційних технологій. Така система інтегруватиме внутрішньорегіональні та наскрізні матеріальні, фінансові, інформаційні, трудові потоки в різних областях діяльності в єдиний регіональний економічний потік, який повинен дати синергетичний ефект. Дослідження регіональної економіки [6] доводять, що ці процеси значно активніше відбуваються у регіонах, де вже є початки логістичного управління та створена необхідна логістична інфраструктура.

Отже, логістичне управління регіоном можна визначити як інтегроване управління наскрізними потоковими бізнес-процесами від джерела виникнення потоків ресурсів до кінцевого споживання останніх, яке має за мету досягнення максимальної реалізації потенціалу регіону. В основі такого управління лежить інтеграційно-інноваційна парадигма, яка поєднує всі підприємства усіх галузей регіону, органи державної влади та громадські організації для оптимального управління внутрішніми й зовнішніми наскрізними потоковими процесами.

В усіх відомих авторам наукових та начальних джерелах постулюється, що метою логістичного підходу до управління є мінімізація сукупних витрат, максимізація довгострокового прибутку, мінімізація матеріальних запасів, збільшення їх оборотності, якісна передача інформації та збільшення продуктивність праці. Ми ж вважаємо, що для регіону більш доцільним є встановити за мету логістичного управління максимізацію задоволення його мешканців, для чого логістична система регіону має створити та підтримувати оптимальні

умови для проходження економічних потоків з мінімальними сукупними витратами. Тобто, мінімальність витрат є не метою, а завданням управління логістичною регіональною системою.

Для реалізації поставленої мети регіон може використовувати одну з базових логістичних стратегій (рис. 1) або їхнє поєднання.

Рис. 1. Можливі логістичні регіональні стратегії

За стратегії аутсорсингу регіон має обрати незначну кількість ключових областей компетенції та зосередитися на їхньому розвитку, передавши неключові сфери в аутсорсинг. За стратегії покращення логістичного сервісу регіон активно має інвестувати в покращення якості послуг вже існуючої логістичної інфраструктури та її активний розвиток. Стратегія мінімізації логістичних сукупних витрат передбачає діяльність щодо оптимізації кількісних параметрів економічних потоків, а стратегія мінімізації інвестицій вимагає скорочення числа логістичних операторів в регіоні та їх укрупнення. Стратегії розвитку інфраструктури характерні для початкової стадії розвитку регіональних логістичних систем і потребують значної підтримки з боку держави.

Висновки. Вважаємо, що для приморських регіонів України безальтернативним є на поточний момент вибір інфраструктурної стратегії. В подальшому кожен регіон може перейти до вибору власної стратегії, але на нашу думку більш доцільним буде стратегія покращення логістичного сервісу.

Використана література:

1. Коблянська, І. І., Рибалко, Н. О., Міщенко, О. В. ЛОГІСТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РЕГІОНУ: СУТНІСТЬ І МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ЙОГО ОЦІНЮВАННЯ [Текст] / І. І. Коблянська, Н. О. Рибалко, О. В. Міщенко. // Вісник СумДУ. Серія “Економіка”. – 2015. – № 2. – С. 23-30.

2. Мішенін Є. В. ЛОГІСТИЧНІ ОСНОВИ СТАЛОГО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ [Текст] / Є. В. Мішенін, І. І. Коблянська // Вісник Сумського національного аграрного ун-ту: науковий журнал. Сер. «Економіка і менеджмент». – 2014. – № 5(60). – С. 3-8.

3. Герасимчук З. В. СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ [Електронний ресурс] / З. В. Герасимчук. – Режим доступу : http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/11985/1/97.pdf

4. Ковальська Л. Л. ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ РЕГІОНУ / Л. Л. Ковальська, Б. Р. Савка // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2012. – № 749. – С. 410–416.

5. Лукиных В.Ф. МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ. Монография / Красноярск: ЛИТЕРА-принт, 2010. – 292 с.

6. ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ: ПІДПРИЄМСТВО – РЕГІОН. [текст] Навч. посібник. – 6-те вид., перероб. та доп. / За ред. Козака. – К.: Центр учбової літератури, 2016. – 290 с.

Секція. 11.
ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

УДК 37.014(477)

25 РОКІВ ДЕРЖАВНІЙ НАЦІОНАЛЬНІЙ ПРОГРАМІ «ОСВІТА» («УКРАЇНА XXI СТОЛІТТЯ»)

Бобіна О. В., кандидат історичних наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін, Директор Навчально-наукового гуманітарного інституту НУК (м. Миколаїв, Україна)

З другої половини XX ст. освіта залишаючись хранителькою певних цінностей суспільства перестала мати визначені на десятиліття форми свого існування і методи передачі знань і цінностей. В XIX і першій половині XX ст. ще можна виділити якісь стійкі моделі освітньої системи, або систем. Наприклад, германська освітня система, що сформувалась в результаті реформи В. Гумбольдта (1809–1813). Германська система освіти яка почала формуватись на початку XIX ст. стала зразком для багатьох країн Східної Європи, Росії, в тому числі України. З другої половини XX ст. система освіти (всі її рівні) перестає бути стабільною. Складається певний парадокс: система як транслю є стабільні (консервативні) цінності сама не перебуває в стабільному стані. Самий яскравий приклад – це реформування системи освіти в Британії в другій половині XX ст. З 1989 р., в Польщі, в 2017–2018 р., почалась друга реформа середньої освіти. В Германії «єдиної» системи середньої освіти не існує взагалі: шістнадцять федеральних земель – шістнадцять шкільних систем. На нашу думку ми маємо звикнуться з ситуацією більш-менш постійних змін, які будуть відбуватись в системі освіти. Причому у всіх її ланках. Треба звикати до постійних дискусій про необхідність освітніх реформ. Виходячи з цього збільшується значення прогнозування і планування в здійснені заявлених реформ. Історія української освіти має цікавий документ який може виступати зразком планування і прогнозування. Маємо на увазі документ під назвою «Державна національна програма «Освіта» («Україна XX ст.»). В 1992 р. ця програма була розроблена, а в листопаді 1993 р. затверджена постановою Кабінету міністрів України. Таким чином двадцять п'ять років існування програми дають привід для її аналізу. Тим більше що в масовому доступі ми не знайшли спроб її проаналізувати.

Програма нараховує близько сорока сторінок стандартно-друкованого тексту. Складається із преамбули і п'ятнадцяти розділів. Друга частина програми включає «Заходи щодо реалізації «Державної національної програми». Своїм літературним стилем вона нагадує документ під назвою «рішення з'їздів і конференцій КПРС», а щодо всього тексту, то його мабуть читали лише ті, хто писав (і то один раз), і ті кому потрібно було її цитувати в статтях і дисертаціях. Програма багатослівна, містить повтори в різних варіаціях, що притаманно не дуже доброму гуманітарному мислення. Багато канцеляризмів, жонглювання термінами. Можливо розрахована на те, що її ніхто не буде читати. Разом з тим, з погляду історичного, особливо історії ментальностей цей документ є важливим джерелом для аналізу не латентних поглядів які панували в середовищі української педагогічної верхівки. Принаймні нагадаємо, що ця верхівка – це радянські педагоги, радянські керівні кадри освіти виховані і вивчені відповідним чином. Читаючи зараз цю програму, розумієш наскільки недосвідченою, обмеженою в своїх поглядах, «малограмотною» була педагогічна спільнота виголошуючи цю програму. Не маючи власного досвіду реформування (за виключенням змін що запропонував квітневий 1984 р. пленум ЦК КПРС щодо середньої освіти в СРСР), не знаючи досвіду реформування освіти в Європейських країнах (цей досвід неосмислений до цього часу). Програма мало нагадує документ який окреслює реальні, а не міфічні перспективи, а тим більше результати.

Зупинимось лише на загальних моментах програми. Адже двадцять п'ять років – це строк, що дає можливість підводити певні підсумки. Стратегічними завданнями реформування визначались – відродження і розбудова національної системи освіти, і виведення освіти України на рівень освіти розвинутих країн. Було визначено шість пріоритетних напрямів реформування. Крім пріоритетів визначені «основні шляхи» реформування освіти – десять пунктів. Із десяти «шляхів» лише один «реалізовано» – «створення нової

правової та нормативної бази освіти». Інші «шляхи» нагадують стан сучасних реальних шляхів України, більшість з яких перетворилась в умовні напрямки руху. Щодо вищої освіти то визначено чотири стратегічні завдання реформування вищої освіти: «перехід до гнучкої, динамічної ступеневої системи підготовки фахівців», «формування мережі ВНЗ які б задовольняли інтереси особи та потреби кожного регіону і держави в цілому», «підвищення освітнього і культурного рівня суспільства», «піднесення вищої освіти на рівень досягнень розвинутих країн світу та її інтеграції у міжнародне наукове товариство». Пріоритетних напрямів «реформування» визначено дев'ять, а «основних шляхів реформування» чотирнадцять. Спробуємо підрахувати, що виконано, а що ні. Одразу зауважимо, – ми не вважаємо, що органи державної влади свідомо виконували цю програму. Швидше керівництво освітою здійснювалось рефлекторно, як реакція на безпосередні потреби і «подразники» зовнішнього оточення. Такими «подразниками» могли бути вибори президентів, міжнародні документи, бажання поділити бюджетні кошти (а вони виділялись, і були не малі).

Першим пріоритетом визнано прогнозування потреб держави, регіонів, галузей економіки та культури у спеціалістах. Це мало бути досягнуто за допомогою розробки та впровадження аналітичних, статистичних, імітаційних, ситуаційних моделей прогнозування обсягів підготовки фахівців. Зрозуміло, що державна влада різних часів і різних рівнів не знає скільки їй потрібно фахівців, адже не може, не хоче і не вміє прогнозувати розвиток економіки. Третім пунктом пріоритетів, які дублюється в шляхах, є оптимізація мережі ВНЗ. Ми не знаємо який сенс вкладається в поняття оптимізація на початку 90-х рр. Але на сьогодні під «оптимізацією» розуміють скорочення державних ВНЗ. Причому шлях скорочення обрано простий і зрозумілий, що притаманний ліберальному суспільству. Більшою мірою зберігаємо ВНЗ в великих містах, а на периферії – «Хто виживе, той молодець». «Оновлення змісту освіти» – як пріоритет вилилось в просте скорочення програм підготовки. «Ефективне використання кадрового потенціалу» не відбулося через девальвацію соціального статусу викладача ВНЗ. Разом з тим, «можливість для громадян здобувати вищу освіту», особливо технічну, на нашу думку розширились. Крім цього можемо виділити ще ряд, які було реалізовано. Запущено систему недержавної вищої освіти. Діє система акредитації ВНЗ. Частково, до складу великих ВНЗ увійшли технікуми і коледжі. За допомогою «Болонського процесу», певним чином, інтегровано українську систему вищої освіти в Європейський простір. Але зрозуміло, що більшість положень цієї програми виявились гарними, багатослівними побажаннями які більшою мірою, не є дороговказом, а відображають певний стан суспільної свідомості на початку 90-х рр.

УДК 629.5.01:004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ AVEVA Marine и 3-D NUPAS-CADMATIC OUTFITTING ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ КОРАБЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Ю.Д. Жуков, д. тех. наук, проф., Б.Н. Гордеев, д. тех. наук, проф., Н.А. Емец, О.А. Кудин
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

В связи с быстрыми темпами развития мирового судостроительного рынка, увеличивается количество разрабатываемых проектов и появляется необходимость в новых сотрудниках проектно-конструкторских бюро, от которых требуется понимание общей концепции инжиниринга и владение современными 3D-САПР, такими как NUPAS-CADMATIC, AVEVA Marine, Tribone и др.

В 2013 г. на базе Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова (НУК) был открыт Тренинг центр [1, 2]. Основной целью открытия явилось стремление повысить качество подготовки специалистов в области корабельной инженерии, обеспечить высокий уровень конкурентоспособности выпускников на глобальном рынке инженерного труда. А также осуществлять обучение работе в системах NUPAS-CADMATIC и AVEVA Marine специалистов судостроительных верфей и проектно-конструкторских бюро. В процессе занятий у обучающихся формируются практические навыки по 3D-моделированию и разработке рабочих чертежей. В процессе работы студенты дополняют свои знания о проектировании судов и формируют более полное представление о перспективах своей будущей деятельности. Обучение в Тренинг центре позволяет молодым и опытным специалистам получить знания, соответствующие как национальным, так и международным стандартам, ознакомиться с современными технологиями производства, создает условия для творческого роста всех, желающих реализовать себя в сфере судостроения.

В связи с открытием Тренинг центра, на кафедре морского приборостроения факультета морской инфраструктуры НУК в ряде дисциплин были существенно пересмотрены и изменены рабочие учебные программы. В них были включены лекции и лабораторные работы по ознакомлению с функциональными возможностями программных продуктов для трехмерного проектирования AVEVA Marine и 3-D NUPAS-CADMATIC Outfitting [2, 3, 4, 5, 8, 9].

На лекциях по ознакомлению студентов с программой AVEVA Marine рассматривались вопросы:

1. Концепция программы AVEVA Marine.
2. Модули AVEVA Marine для построения схем, проектирования судовых трубопроводов, моделирования, визуализации и интеграции.
3. Проектирование диаграмм и схем. Модуль Diagrams.
4. Создание и моделирование компонентов и оборудования. Программный комплекс AVEVA Outfitting.
5. Функции модуля Equipment. Размещение оборудования в модели.
6. Проектирование и моделирование трубопроводов. Модуль Piping.
7. Создание видов. Контроль за столкновениями трубопроводов.
8. Проектирование контрольно-измерительного оборудования. Пакет AVEVA Instrumentation.
9. Трассировка систем отопления, кондиционирования и вентиляции.
10. Моделирование кабельных каналов. Пакет AVEVA Cable Design.
11. Создание чертежей и спецификаций. Редактирование видов.
12. Экспорт/импорт графических изображений. Получение информации.
13. Проектирование креплений. Модуль Multi-Discipline Supports (MDS).
14. Создание изометрических чертежей.
15. Визуализация объектов.

На лекциях по ознакомлению студентов с программой 3-D NUPAS-CADMATIC Outfitting рассматривались вопросы:

1. Обзор модулей CADMATIC, предназначенных для проектирования, производства, просмотра моделей, интерфейсов и интеграции – Diagram, Plant Modeller, Support Designer, Cable Router, HVAC Spool, Piping Isometrics & Spools.
2. Использование набора возможностей CADMATIC на всех стадиях жизненного цикла судна, начиная с создания концепции, проектирования, постройки, эксплуатации и ремонта, и заканчивая выводом из эксплуатации.
3. Преимущества CADMATIC.
4. Объектно-ориентированный подход CADMATIC к проекту, эффективное использование и целостность проектных данных. Распределенное проектирование с целью использования знаний лучших специалистов по всему миру. Обеспечение целостности и безотказности относящихся к проекту данных.
5. Полный контроль продвижения проекта, управление проектными данными и изменениями, выделение изменений.
6. Типы объектов. Команды навигации, управления и перемещения.
7. Системы координат.
8. Визуализация. Использование программы e-Browser.
9. Создание рабочих групп каталога. Иерархия. Единая база данных. Выбор оборудования и материалов из базы данных.
10. Создание компонентов.
11. Создание параметрических компонентов.
12. Моделирование и компоновка оборудования, трубопроводов, различных систем, опор.
13. Создание чертежей и спецификаций.
14. Создание видов.
15. Редактирование видов.

Кроме того, в настоящее время разрабатываются новые учебные дисциплины: «Автоматизированное проектирование СЭУ, систем и оснастки на базе САПР AVEVA Marine», «Автоматизированное проектирование СЭУ, систем и оснастки в среде CADMATIC» и «Практический курс корабельной инженерии на базе САПР AVEVA Marine и CADMATIC» [6, 7]. Дисциплины будут включать в себя мультимедийные лекции, лабораторные работы и видео-уроки, а также мультимедийные тестовые задания для проведения контроля полученных в ходе изучения дисциплины знаний в интерактивном режиме.

Целью изучения дисциплин является выработка у студентов систематизированных знаний о процессах, связанных с проектированием и инжинирингом проектов.

В процессе обучения будут рассмотрены следующие вопросы:

1. Исследование последовательности процесса автоматизированного проектирования.
2. Исследование потоков и видов входной информации для инжиниринга.
3. Организация инжиниринга.
4. Изучение принципов модульного (секционного) проектирования.
5. Моделирование/создание компонентов и оборудования судовых систем.
6. Расположение оборудования судовых систем в модели. Выполнение замены оборудования в модели.
7. Моделирование трубопроводов судовых систем. Контроль столкновений трубопроводов.
8. Моделирование/создание компонентов кабельных каналов.

9. Моделирование кабельных каналов.
10. Моделирование леерных ограждений, трапов и площадок.
11. Создание изометрических чертежей судовых трубопроводов.
12. Использование модулей импорта и экспорта двухмерных видов и чертежей, а также трехмерных моделей в другие системы в соответствии с форматами Auto CAD (DFX и DWG, IGES, SAT и Rhinocros).
13. Получение информации о резке, обработке поверхностей, сварке, общем весе и центре тяжести.
14. Объединение автоматически созданных чертежей в логические блоки, которые можно использовать в трубных цехах. Данные о гибке труб.
15. Получение и анализ входных данных для работ по выпуску рабочей конструкторской документации (РКД). Требования к РКД.

Вниманию слушателей предлагается одна из лабораторных работ новой учебной дисциплины на тему «Исследование процесса рабочего проектирования систем судна в среде 3-D NUPAS-CADMATIC Outfitting».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Жуков Ю.Д. Применение мультимедийных средств обучения при преподавании основ корабельной инженерии [Текст] / Жуков Ю.Д., Гайдай А.Ю., Кудин О.А., Емец Н.А., Лобанова О.Н. // Журнал «Судостроение и морская инфраструктура». – 2015. – №1 (3). – С. 32 - 47.
[2] Ионова, Е. Открытие в Украине тренинг-центра NUPAS-CADMATIC на базе Национального Университета Кораблестроения [Текст] / Е. Ионова // Он-лайн приложение к журналу «Морская биржа». – 2013.
[3] Ионова, Е. Решение для судостроительного проектирования NUPAS-CADMATIC: взгляд на возможности [Текст] / Е. Ионова // Информационно-аналитический журнал «Рациональное управление предприятием». – СПб.: ESG, 2012. – №. 3. – С. 6 - 9.
[4] NUPAS-CADMATIC. Обзор модулей Версия V6. Модули корпуса, трубопроводв и оснастки, 2013. 26 с.
[5] NUPAS-CADMATIC brochure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cadmatic.com.
[6] MDEM-04-01-08-2013. Инструкция по ведению работ в среде проектирования CADMATIC 6.0.5, 2013. 142 с.
[7] AVEVA Marine. Getting Started with PDMS, 2010. 92 с.
[8] AVEVA Marine. Syntax Library, 2012. 35 с.
[9] AVEVA Marine brochure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aveva.com.

УДК 378.147:811.111

TEACHING STRATEGIES IN ESP

Шарапова В.В., викладач, Кисельова Т.В., викладач, Смуглякова М.К., ст.викладач
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова м. Миколаїв

ESP teaching concentrates more on language in context than on teaching grammar and language structures. It covers subjects varying from accounting or computer science to logistics and business management. The ESP main point is that English is not taught as a subject separated from the students' real world. Instead, it is integrated into a subject matter area important to the learners.

The National Level ESP Curriculum has been developed with the approval of the Ministry of Education and Science of Ukraine:

1) as a response to international developments;
2) in order to meet the language needs of university students across a range of discipline areas;
3) to provide benchmarks for teachers and students in line with the levels;
4) to provide a standardized basis for course and syllabus design by teachers of English at the faculty level in universities throughout Ukraine.

An enlarged Europe has led to radical changes in education. The creation of the European Higher Education Area by 2010 (Bologna, 1999) sets challenging tasks in terms of greater mobility for students, more effective international communication, better access to information and deeper mutual understanding.

The ESP program gives students an opportunity to develop the competences and strategies needed to function effectively in the study process and in the professional situations they encounter. As a result of new courses, higher levels of student language proficiency will facilitate individual mobility and competitiveness in the job market.

Professional communicative competence – which is the focus of the ESP Core Curriculum – is acquired by students of different specialism for real life academic and job related areas and situations. Needs analyses is important to design syllabuses for their own ESP specialist courses in order to achieve the target B2 level of language proficiency [1]. The ESP Curriculum takes into account language proficiency levels as specified in the CEF (2001).

The introduction of levels into Ukrainian ESP teaching/learning practice will increase the quality of language learning and teaching and make language proficiency evaluation both transparent and recognizable within the wider European framework.

According to the National secondary school standard (2004), the school leaving proficiency level is:

B1- Thus, the entry level of university applicants is expected to be not lower than that. As the standard was only introduced in January 2004, we assume that there will be a transition period before level B1+ can be expected to be attained by the majority of Ukrainian school leavers.

The language proficiency level naturally increases with the growth of professional qualifications of an individual as the growing complexity of professional functions performed demands a higher level of communicative competence. For example, if a Bachelor of Applied Sciences can function in a workplace with a B2 - language proficiency level (Independent User), a Master of Applied Sciences may need C1 level (Proficient User).

Language proficiency levels allow teachers to determine the learning/training gap – i.e. the difference between the beginning and target levels of students on a particular course – expressed in terms of internationally recognized language performance scales.

Identification of the learning/training gap is of vital importance in defining the content and duration of the ESP course. It is a valuable reference point for both teacher and learner, to help determine what is desirable and achievable on a course. Being aware of this gap is also of crucial importance for university administrators who decide on the number of hours to be allotted to an ESP course. The acknowledgement of the training/learning gap provides a reason for making both ESP teachers and students more accountable.

An awareness of the students' entry and target levels – and the concomitant number of tuition hours that need to be allotted to an ESP course – then allows the formulation of a training plan to achieve the program objectives and student learning outcomes [3].

ESP program aims to bring about such integration at the level of objectives and teaching methods, and by coordinating syllabuses. The ESP Curriculum is relevant to the professional needs of students and to societal expectations. It is also relevant to the target situations in which ESP students will function as specialists.

The term "specific" in ESP refers to the specific purpose for learning English. Students approach the study of English through a field that is already known and relevant to them. This means that they are able to use what they learn in the ESP classroom right away in their work and studies. The ESP approach enhances the relevance of what the students are learning and enables them to use the English they know to learn even more English, since their interest in their field will motivate them to interact with speakers and texts.

ESP assesses needs and integrates motivation, subject matter and content for the teaching of relevant skills.

Teacher's skills for communication and mediation create the classroom atmosphere. Students acquire language when they have opportunities to use the language in interaction with other speakers. Being their teacher, you may be the only English speaking person available to students, and although your time with any of them is limited, you can structure effective communication skills in the classroom. In order to do so, in your interactions with students try to listen carefully to what they are saying and give your understanding or misunderstanding back at them through your replies.

ЛІТЕРАТУРА

1. Basturkmen Helen. Developing Courses in English for Specific Purposes / H.Basturkmen. – Basingstoke: Macmillan. – 2010.

2. Paltridge Brian and Starfield Sue .The Handbook of English for Specific Purposes/ B. Paltridge, S.Starfield. – Oxford: Wiley Blackwell. – 2010.

3. Bojović Milevica. Teaching Foreign Language for Specific Purposes: Teacher Development / M. Bojović. – Association of Teacher Education in Europe Cook. – 2002.

УДК 159.9:37.015.3

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА КВАЛІФІКОВАНИХ КАДРІВ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ПСИХОЛОГІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ

Чугуєва І. Є., кандидат психологічних наук, доцент
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
Ткаченко А. В., викладач
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Актуальність. У даний час, коли соціально-економічна ситуація стає все більш динамічною, виникає проблема стрімкої зміни і неузгодженості між умовами праці та вимогами, які пред'являє специфіка професійної діяльності до людини, а також індивідуальними властивостями, особистісними характеристиками працівника. Оцінюючи сучасній стан проблеми, можна відзначити, що ця неузгодженість зайшла так далеко, що підготовка сучасного спеціаліста стає неможливою без урахування адаптивного потенціалу майбутнього працівника. А це, у свою чергу, висуває цілий ряд питань, що стосуються науково-методичного, психологічного та інструментального забезпечення процесу підготовки сучасних фахівців у вищих навчальних закладах і забезпечення відповідними кадрами ринку праці.

Сучасні впливи науково-технічного прогресу і розвитку ринкової економіки є факторами системостворювального впливу на українське суспільство в цілому і співпали з новим етапом розвитку вищої освіти. Участь в цьому процесі вимагає розвитку і реформування системи вищої освіти, яка базується на наступних стратегічних принципах.

По-перше – це обов'язкове врахування законів ринкової економіки, тобто законів розподілу праці і закону конкуренції, оскільки економічна сфера є виключно важливою у формуванні суспільного розвитку.

По-друге – це визначення соціальних, політичних, культурних і психологічних чинників суспільної свідомості як комплексу соціальних перетворень.

По-третє – це визнання світових тенденцій розвитку вищої освіти, таких як інформатизація навчального процесу, наповнення змісту освіти новітніми матеріалами, впровадження сучасних технологій навчання, побудова конструктивних ділових відносин із замовниками роботодавцями майбутнього фахівця.

Крім того, реформування передбачає перехід до динамічної системи підготовки спеціалістів, яка заснована на особистісній орієнтації вищої освіти, задовольняє можливості людини в досягненні певного освітнього і кваліфікаційного рівня за бажаним напрямком відповідно до здібностей і забезпечує мобільність на ринку праці [3]. При цьому національна ідея сучасної вищої освіти повинна не відмовлятися від збереження і примноження традицій, які звернені до гармонійного розвитку особистості, де фундаментальні знання й загальноосвітній рівень поєднуються з формуванням компетентності фахівця і асоціюється з неперервним підвищенням професійного рівня [4].

На відміну від зарубіжних психологів, які в більшості своїй вважають, що здібності як генетично обумовлені утворення практично не змінюються протягом життя, вітчизняні фахівці відстоюють погляд на змінність здібностей, особливо у разі їх прояву в професійній діяльності, вибраній за ознаками психологічної спрямованості, схильності до певного роду діяльності. Ряд даних дають підставу говорити про розвиток не тільки якостей, але й здібностей у процесі діяльності [1]. Обидві точки зору мають певні підтвердження, але не виявляються однозначними.

Американські дослідники І. Л. Голдстейн и Дж. К. Форд в своїй моделі професійної підготовки представили методи профессионального навчання в яких реалізуються принципи наближення системи підготовки до завдань реальної професійної діяльності. Це таки методи: 1) Зразки роботи – це метод навчання, який використовує елементи реальної професійної діяльності і дозволяє відпрацьовувати навик використовування певних знань. Студенту пропонуються ретельно розроблені приклади професійних задач. Даний метод володіє високою валідністю, оскільки успішність виконання зразків роботи визначає успішність виконання подібного реального завдання. Зразки роботи формують необхідні професійні навики на стадіях навчання, декларативних знань і компіляції знань.

Ситуативні вправи – це метод навчання, відображає комплекс професійних задач і передбачає не тільки використання наявних знань і практичних навичок, а й використовування власних алгоритмів рішення поставленої задачі і пошук власного рішення.

Рольове моделювання – це метод навчання спрямований на розвиток професійних навиків і умінь в рамках проблемної ситуації з використанням спеціальних знань, моделі певних «ролей», які виконують учасники навчального процесу. Рольове моделювання може здійснюватися на стадії процедурних знань і сприяє розвитку стратегічного мислення.

Висновок. Таким чином, ознайомлення студентів зі структурою, змістом, психологічними особливостями професійної діяльності, представлену у вигляді цілісного комплексу та відтворення її компонентів у процесі навчання, зумовлює не тільки можливість прояву і розвитку професійно значущих

характеристик, створенню індивідуального стилю діяльності, сприятиме входженню молодого фахівця до професійної сфери, але й більш успішній адаптації до реальних умов праці. Співвідношення професійних задач і комплексу знань, навичок, здібностей носить інтеграційний і координуючий характер. У зв'язку з цим, однією з цілей професійної підготовки є такий підбір засобів і методів, який дозволить актуалізувати знання, навики, здібності, які необхідно засвоїти в процесі підготовки. Все це дає підставу зробити висновок, що ефективне середовище навчання повинно мати високий рівень «психологічної точності відтворення» [2], яка виступає ареною для оволодіння знаннями, навиками і реалізації здібностей.

Література

1. Ильин, Е. П. Психология индивидуальных различий / Е. П. Ильин. – СПб.: Питер, 2004. – 701 с.
2. Мучински, П. Психология. Профессия. Карьера / П. Мучински. – СПб.: Питер, 2004. – 539 с.
3. Новиков, А. М. Постиндустриальное образование / А. М. Новиков – М.: ЭГВЕС, 2008. – 136 с.
4. Семиченко, В. А. Пріоритети професійної підготовки / В. А. Семиченко // Підвищення ефективності навчально-виховної роботи сучасної вищої школи : збірник наукових статей. – Миколаїв: ПСІ КСУ, 2003. – С. 38–48.

УДК 811.111:378.147

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНІЙ МОВІ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Бєлоусова С.М., доцент НУК
Шевченко Д.О., старший викладач кафедри сучасних мов
Давиденко О.Б., викладач кафедри сучасних мов
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

У сучасному світі володіння іноземною мовою підвищує статус фахівців, підсилює їх професійну конкурентоспроможність, забезпечує успіх наукових і ділових контактів. Знання іноземної мови забезпечує доступ до закордонних джерел інформації, без чого в даний час неможлива не тільки дослідницька діяльність фахівця, але в багатьох випадках й суто практична.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання про викладання іноземної мови для немовних спеціальностей вищих навчальних закладів. Комунікативні та професійні потреби майбутніх фахівців передбачають створення диференційованих систем навчання і навчальних посібників.

Ефективне вивчення іноземної мови є однією з проблем педагогіки протягом багатьох років. Але в останні роки помітно зріс інтерес до даної теми і була проведена велика робота з поліпшення викладання іноземних мов у навчальних закладах різного типу. Слід зазначити, що на ефективне вивчення іноземної мови у вищій школі впливає ряд особливостей. Студенти перших курсів об'єктивно мають неоднаковий рівень знань шкільної програми з різних причин.

Кількість студентів у групі є важливою умовою для ефективного вивчення іноземної мови: чим менша кількість учнів в групі, тим ефективніше відбувається процес навчання. Успішна методична організація навчального матеріалу можлива, якщо враховувати особливості учнів (сприйняття, пам'ять, активність мислення, їх життєвий досвід, коло інтересів).

Активно-творче (продуктивне) володіння засвоєним мовним матеріалом досягається лише в тому разі, якщо цей матеріал безпосередньо об'єднується з мисленням учнів. Інакше кажучи, треба вчити студентів мислити іноземною мовою. Навчання іноземної мови з максимальною опорою на мислення студентів і при великій їх активності сприяє ефективному вивченню іноземної мови та розвитку інтелектуальних здібностей студентів.

На нашу думку, слід приділяти увагу автоматичному запам'ятовуванню, так як воно створює сприятливі умови для ефективного вивчення іноземної мови. Дослідження показують, що автоматичне запам'ятовування забезпечує більш міцне утримання матеріалу в пам'яті і що ним можна управляти.

Для вузів немовних спеціальностей не менш важливими є і питання організації навчання іноземним мовам, використання комп'ютеризованого навчання, навчання реферування і анотування. Вивчення умов навчання іноземним мовам у ВНЗ розкриє ті резерви, використання яких допоможе покращити навчання цього предмету і підвищити якість підготовки з іноземних мов. До них відносять такі три: 1) більш раціональна організація навчання; 2) більш цілеспрямована організація навчального матеріалу; 3) більш широке використання «внутрішніх резервів (можливостей) студентів. Можна виділити наступні аспекти підвищення ефективного вивчення іноземних мов:

- комплексність (інтегральність) навчання;

- внутрішня вмотивованість навчання;
- комунікативна спрямованість навчання - глобальність мети;
- свідомість навчання;
- зважання на рідну мову учнів;
- інтенсивність навчання.

Виходячи з вищевикладеного, вважаємо, що перераховані вище умови під час навчання іноземної мови можуть бути реалізовані при використанні різних підходів. Найбільш ефективними з них є розвиток мотивації вивчення іноземної мови у студентів немовних спеціальностей і успішна методична організація навчального матеріалу. Поєднання цих підходів дає можливість створити умови соціально-активного навчання, спільної діяльності та діалогічному спілкуванню суб'єктів освітньо-виховного процесу, використання інноваційних технологій, що може сприяти підготовці конкурентоспроможних фахівців.

Література

1. Варій М. Й. Основи психології і педагогіки : навч. пос. / М. Й. Варій, В. Л. Ортинський. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
2. Лозова О.М. Психологічні аспекти засвоєння іноземної мови: Навчально- методичний посібник.– К.: , 2010. – 143 с.
3. Scrivener J. Learning Teaching. A Guidebook for English Language teachers / J. Scrivener. – Oxford : Macmillan Education, 2005. – 431 p.

УДК 316.77

КІБЕРБЕЗПЕКА В ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКИЙ АСПЕКТ

Дрожанова О.М., Ступак О.П.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова м. Миколаїв

Інформаційно-комунікативні технології (ІКТ) стрімко змінюють всі сфери суспільного життя, у чистому вигляді демонструючи інституціональні можливості сучасного наукового знання. Наука суттєвим чином трансформує основи суспільних систем у цілому і, зокрема, стає найдинамічнишим економічним інститутом, що перебуває на передових рубежах економічного розвитку. Добре відомо, що в індустріальних суспільствах наука як безпосередня *продуктивна сила* напряму інтегрована у виробничі (технологічні та управлінські) процеси. Разом з тим, автор концепту «суспільство ризику» Ульріх Бек переконливо доводить, що в постіндустріальних суспільствах (цифрова економіка є їх суттєвою ознакою) наука як соціальний інститут стає вирішальною *рушійною силою* економічного розвитку.

Нова і недостатньо вивчена й оцінена особливість суспільств, в яких наука набуває значення рушійної сили економіки, – це перехід від економіки нужди до економіки страху, і метою такої економічної системи стає не задоволення потреб, а відчуття безпеки. «Суспільство ризику» – це суспільство, що виробляє технологічні ризики, які, у свою чергу, тягнуть за собою і наступні фази: розповсюдження і споживання ризику. Кінцева фаза – споживання ризику, одночасно призводить і до накопичення ризику. При споживанні відбувається не поглинання ризику, а його акумуляція. Критична «маса» ризику зростає і призводить до так званого «ефекту бумеранга» – породжує зворотний зв'язок, і споживання ризику є одночасно і початком його виробництва [1, С. 41]. У сфері кібербезпеки вдосконалення технологій відбувається одночасно як з боку протидії загрозам, так і з боку джерел кібератак.

Другою важливою особливістю, за У. Беком, є «невидимість» ризиків. Більшість сучасних технологічних ризиків не можуть бути сприйняті органами відчуття людини. Ось чому специфіка сучасного ризику полягає в тому, що «небезпечна реальність прихована від сприйняття». Якщо індустріальному суспільству була притаманна «культура видимості» (culture of visibility), і чинники стратифікації (багатство, влада) були очевидні, то в суспільстві ризику подібна очевидність щезає, і невидимі ризики починають відігравати вирішальну роль. За Беком, «гонка між багатством, що сприймається, і ризиками, що не сприймаються, не може бути виграна останніми. Видиме не може змагатися з невидимим. Однак, парадокс полягає в тому, що дуже ймовірно, що невидимі ризики виграють подібну гонку» [1, С. 45]. Кіберпростір як соціальна віртуальна реальність імпліцитно містить в собі невловимі інформаційні загрози, що мають одночасно як специфічно місцеві, так і неспецифічно універсальні прояви. Приховані шляхи їх непередбачуваної шкідливої дії принципово не піддаються сприйняттю, і причинно-наслідковий взаємозв'язок між цією дією та її шкідливими наслідками завжди залишатиметься теорією. У цьому сенсі навіть відносно повсякденного усвідомлення ризику йдеться про теоретичну й тим самим «онауковлену» свідомість.

По-третє, стрімко зростає роль експертного знання. Останнє присутнє на всіх етапах економічного циклу, що наочно демонструє сфера кібертехнологій: формування попиту (повідомлення про кіберзагрозу), просування продукту (розробка антивірусних програм), експертне підтвердження його ефективності (аналіз інцидентів в системі кібербезпеки) і, нарешті, початок життєвого циклу наступного продукту (виявлення побічних наслідків даного програмного забезпечення або нових уразливостей в інформаційних системах). Таким чином забезпечується постійне відтворення економічної системи, ключову роль в якому відіграє наука.

Отже, кібербезпека концентровано віддзеркалює атрибутивні ознаки нових суспільств та притаманних їм економічних процесів. Усе сказане означає, що нагальною потребою, на яку мають відповісти соціальна філософія та соціальні науки, є всебічне дослідження взаємодії людини і суспільства в контексті сучасних тенденцій розвитку інформаційних технологій, соціальних комунікацій та інституцій кіберпростору в їх антропологічних і аксіологічних вимірах.

Література:

1. Бек У. Общество риска: На пути к другому модерну / пер. с нем. – М. : Прогресс–Традиция, 2000. – 383 с.

УДК 81’36 : 378.147

РОЛЬ СИТУАТИВНОЙ ГРАММАТИКИ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Гресь А.А.
ст. преподаватель кафедры современных языков
Задорожная Т. П.
ст. преподаватель кафедры современных языков
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Долгое время ценность грамматического подхода в изучении иностранных языков даже не оспаривалась. Изучение грамматики и различные грамматические упражнения считались самой важной частью занятий. Большая часть заданий в традиционных советских учебниках имела исключительно грамматическую направленность. Согласно методике советских времен коммуникативные навыки появляются автоматически, как только студент хорошо овладевает грамматическим материалом. Между тем, стало понятно, что наличия только лишь грамматических упражнений недостаточно для развития коммуникативной компетенции.

Опыт показывает, что знания грамматики являются лишь вторичным признаком владения языком. Мы знаем большое количество студентов, знающих правила употребления грамматики и даже их исключения, которые попадая заграницу, испытывают огромные трудности в повседневном общении. Многие люди, например иммигранты, которые долгое время живут и работают в иноязычной среде, учат язык без грамматических пояснений, копируя то, что они слышат ежедневно. Они овладевают иностранным языком, не отдавая себе отчета в правилах, впитывая язык так, как это делают носители языка. Поэтому актуальной проблемой современной методики стала разработка грамматических упражнений коммуникативного характера.

Проблема перевода грамматических знаний в коммуникативную компетенцию затрагивает две области: грамматическое осознание и процесс тренировки. В этой связи, возникает вопрос, какую форму должны иметь грамматические пояснения, схемы, таблицы и грамматические упражнения, чтобы студент как можно быстрее и без потерь в знаниях перешел на уровень умений активного использования, а не просто узнавания грамматических структур. Существует три основных критерия для презентации грамматики:

- Понятность. Грамматический материал вводится в самой простой форме, что значительно облегчает запоминание.
- Запоминаемость. Материал, который объясняется не стандартно, от противного, запоминается легче.
- Применимость. Грамматические правила должны быть представлены таким образом, чтобы их можно было легко применить при самостоятельной работе дома или на занятиях, и в дальнейшем общении.

Эти три критерия соответствуют трем обучающим шагам: понимать – запоминать – применять. Они тесно связаны между собой, но все-таки не идентичны. Понятность – это необходимое, но далеко не достаточное условие, чтобы выучить иностранный язык. Запоминаемость и применимость зависят еще и от других факторов помимо продуманной презентации, таких как комплексности грамматического феномена и контрастно-обусловленного подхода.

Традиционные грамматические упражнения применяются и сегодня, только в новом ракурсе. Если раньше грамматические структуры изучались на примере отдельных предложений, без контекста, современная методика преподавания иностранных языков предлагает более ситуативный и тематический подход. Контекст становится важной частью для понимания грамматических конструкций.

Овладение иностранными языками характеризуется тем, что языковые формы, в том числе и грамматика, планируются в значительной мере подсознательно – автоматически, в то время как все внимание сконцентрировано на коммуникативной ситуации. Значение грамматики в том, что она придает языковым сообщениям внешнюю форму. С одной стороны грамматика является вспомогательным средством, так как она значительно облегчает общение на иностранном языке, с другой стороны, знание грамматики это окольный путь, дополнительный материал, который после выполнения своей функции может быть забыт. Поэтому знание грамматики не является основной учебной целью занятий. На первый план выходят умения, а не эксплицитные знания.

Изучение любого иностранного языка – это творческий процесс, который занимает достаточно много времени даже при интенсивных занятиях. При этом грамматическая составляющая занятия способствует формированию правильных привычек в языке и препятствует появлению неправильных. Грамматические пояснения в ходе занятий значительно облегчают и ускоряют процесс усвоения материала. Однако следует отметить тот факт, что большинство студентов сталкиваются с трудностями при использовании грамматических конструкций на практике, даже при условии отлично “решенных” упражнений вне контекста.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что изучение грамматики является необходимым условием для корректного овладения языком. На сегодняшний день ситуативная грамматика и ее активное использование в речевых ситуациях, в сочетании с активным усвоением лексики по специальности, является оптимальным решением для проведения занятий в неязыковом ВУЗе.

УДК 378.111

ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ

Джулай Г. Г., ст. викладач кафедри теорії та історії держави і права Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова.

Навчання іноземних студентів в Україні є одним із пріоритетних напрямків діяльності міністерства освіти України. З кожним роком у вузи України приїжджає вчитися все більше іноземних студентів. Учбові заклади України цікаві для іноземців відповідно невисокою вартістю, а ще – якістю освіти, адже дипломи наших вузів високо цінуються за кордоном. Іноземних студентів до України залучає дешевизна місцевої вищої освіти, хороша школа, толерантне суспільство.

В Україні іноземні студенти мають можливість навчатися у більш ніж 240 вищих навчальних закладах і здобувати освіту за різними спеціальностями. Щороку вищі навчальні заклади України приймають студентів зі 150 країн світу [1].

В українських вищих навчальних закладах працюють досвідчені викладачі та професори, які мають високий рівень професійної підготовки та роблять навчальний процес цікавим та захопливим, створюючи всі умови для наукового та творчого розвитку студентів.

Наші іноземні студенти це – люди з різними культурними, етнічними, релігійними й національними коренями. Тому важливими темами в процесі навчання є права людини, міжкультурне порозуміння й вирішення конфліктів. Педагогіка участі стержнем проходить крізь весь освітній процес. Не менш важливе значення, ніж власне знання, мають процеси, які розвиваються в гурті цих молодих людей.

Однією з найважливіших функцій викладача є створення сприятливого оточення. Хороша атмосфера поваги й взаємодії сформують у студентів довіру одне до одного й до викладачів, що, в свою чергу, створюють сприятливе середовище для навчання.

Спільна розробка правил перебування під час занять, дозволить кожному студенту усвідомити свою відповідальність за процес навчання й перебування на території навчального закладу, а також за його межами.

Методика навчального процесу, міжкультурне порозуміння й вирішення конфліктів має базуватись на гуманістичному підході, в якому свобода, гідність і відповідальність є основними цінностями, а метою є формування цілісного студента(людини) [2].

В навчальному процесі варто виходити з того, що всі учасники рівноцінні й що індивідуальні відмінності треба приймати й ставитися до них і з повагою. Треба прагнути того, щоб зрозуміти кожного індивіда в його унікальності [2]. Як, на наш погляд, ніхто не повинен бути зверхнім, у тому числі й викладач, якому годиться замість цього взяти на себе роль організатора й першого серед рівних.

Кожна людина відчуває світ по своєму, тому важливою частиною спільного навчання буде навчання вмінню бачити точки зору інших. Це створить особливу взаємозалежність, де кожен на заняттях ділиться своїми знаннями й студенти вчаться один у одного. Навчання, яке побудоване таким чином, також розвиває комунікативні здібності й дозволяє студентам-іноземцям зрозуміти, що вони несуть відповідальність за свій внесок у спільну роботу. А також добре пізнають одне одного.

Всі люди різні, й у кожного викладача є свій спосіб виконувати покладені на нього обов'язки. Розмірений і впевнений стиль роботи формується через досвід і шліфується роками. Навіть найкращі викладачі можуть завжди щось у собі покращити. Так як навчальний процес в групах з іноземними студентами вимагає від викладача дуже багато професійної, відповідальної, клопітливої і не втомної роботи.

Для того, щоб навчальний процес проходив успішно, важливо створити таке оточення, в якому студенти будуть мати змогу отримувати хороші й рівні можливості для ефективної роботи на заняттях. Атмосфера, яка заохочує до діалогу, співпраці, довіри, відповідальності й незалежності, допоможе створити таке середовище, в якому студенти відчують підтримку всіх інших, відчують що їх приймають. Упевненість і визнання – це основні умови формування в людині бажання й здатність поділитися знаннями, враженнями й досвідом, готовності відверто мислити [2].

На наш погляд відкритий викладач, який дослуховується до інших, який показує однакову повагу й довіру до кожного, буде сам користуватися повагою й створить атмосферу спокою й упевненості. Викладач повинен допомогти іноземним студентам усвідомити свою відповідальність за хорошу атмосферу для навчання, уважно ставитись одне до одного й брати активну участь у процесі навчання.

Усі ми розуміємо і знаємо, що працювати в групах з іноземними студентами не легко. Робота вимагає від викладача більших зусиль, психологічного напруження, необхідної педагогічної майстерності та багато чого іншого.

В процесі роботи можуть виникати деякі ускладнення, непорозуміння, а подекуди навіть і конфліктні ситуації зі студентами. Тому виховна робота з іноземними студентами повинна враховувати особливості їх становища в Україні.

В Національному університеті кораблебудування ім. адм. Макарова рішення проблем адаптації іноземних студентів до умов навчально-виховного процесу в університеті відводиться інституту кураторства. Саме виховний процес кураторів дозволяє зробити процес адаптації та залучення іноземних студентів до навчального процесу університету найбільш ефективним.

Таким чином, головною метою організації навчального процесу з іноземними студентами є їх пристосування до нових умов, формування різнобічно розвиненої, професійно визначеної особистості, всіляке залучення до наукових заходів, урочистих та святкових заходів, таких, наприклад, що організовує кафедра теорії та історії держави і права гуманітарного інституту НУК (Новорічні свята, День студента, Випускний вечір та інші) значною мірою покращує психологічний клімат у групах, згуртовує студентів, дає можливість показати свої таланти та здібності, дізнатися про особливості української культури та побуту, що робить навчання та проживання іноземних студентів більш комфортним.

Список літератури

1. Більшість іноземних студентів в українських ВНЗ – з Туркменістану та Китаю // Освітній портал. URL: http://www.osvita.org.ua/news/71584.html (дата звернення 8.09.2017).

2. Навчання молоді правам людини. Посібник для організаторів освітніх заходів з прав людини для молоді / За ред. С. Бурова, К. Рєуцького. – Харків: Прав людини. 2009. – 156 с.

УДК 378.147

WEB.2 ЯК ПРИНЦИП СУЧАСНОЇ ОСВІТИ

Федоренко Т. М., Федоренко Г. М.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова м. Миколаїв

1. Інформаційні технології та глобалізація є основними факторами, що впливають на розвиток системи освіти з кінця XX–XXI століття. Їх поєднання визначило появу нового типу освіти – «відкритої освіти». Термін «відкрита освіта» є метафорою, що точно відображає поєднання різних форм отримання освіти зі застосуванням сучасних засобів інформаційних та комунікаційних технологій. Відповідно система «відкритої освіти» є інтегральною формою єдиного інформаційно-освітнього простору, якій дозволяє реалізовувати масштабне розповсюдження освітніх послуг як у середині країни, так і поза її межами.

До нових тенденцій в освіті можна віднести: підключення до мережі інтернет усіх типів освітніх установ; формування великих сховищ електронного освітнього контенту; наявність мережі освітніх порталів;

створення центрів методичної підтримки в освіті; розвиток комерційних та некомерційних освітніх проектів у мережі інтернет; електронних бібліотек та деякі інші.

2. У навчальній практиці процес формування мережевих децентралізованих моделей навчання ще лише відбувається, але саме мережеві технології готують для них підґрунтя. Вперше ідея про створення навчальної мережі була висунута на початку 70-х років XX століття – на зорі розвитку комп'ютерних мереж.

Е. Тофлер, аналізуючи *попередній досвід освіти* пише, що народна освіта була тим майстерним механізмом, котрий індустріалізація створила для підготовки необхідного для неї дорослого контингенту. А «сама по собі ідея зосередити в одному місці масу учнів (сировини) для обробки її вчителями (робітниками) у розташованій у центрі міста школі (фабриці) належить індустріальному генію. … Пройшовши крізь цей освітній механізм, молодь вступала у доросле товариство, трудові, рольові та інституційні структури якого були схожі на шкільні. Школяр не просто дізнавався фактів, потрібних йому згодом, він жив і знайомився з тим способом життя, який в мініатюрі повторював спосіб життя, який він мав вести в майбутньому» [1].

3. Швидкі зміни суспільства через прискорення темпів соціальних та технологічних змін вимагає від випускників вищів швидкої адаптації до нових аспектів професійної діяльності.

В основі повноцінної сучасної освіти та освіти майбутнього лежить взаємодія між людьми – викладачем і студентами, а також між самими студентами. Інформаційні технології є саме тим засобами, які можуть зробити це спілкування виключно ефективним [2].

Певною реакцією на нові соціальні умови є нові завдання для сучасної системи освіти: а) забезпечення для всіх бажаючих доступу до навчальних ресурсів на будь-якому етапі навчання, б) сприяння тим, хто готовий надавати знання, у пошуку учнів; в) надання можливості всім бажаючим публікувати свої результати та проекти.

В епоху телебачення та WEB 1.0 розробники навчального середовища створювали та фільтрували навчальні потоки. Тепер відбувається перехід до WEB 2.0: до соціальних проектів (мереж), де контент та зв'язки створюються самими користувачами, а адміністрація лише надає програмне середовище для їх взаємодії (Wikipedia, Facebook, MySpace, ін.).

На сьогоднішній день єдиного розуміння Web 2.0 не існує. Орієнтиром є висловлювання Тіма О'Рейлі (Tim O'Reilly), цитати з його статей. Наприклад: «Поява великого числа сайтів, об'єднаних деякими загальними принципами, із загальною тенденцією розвитку Інтернет – співтовариства, і назвав це явище Web 2.0, на противагу «старому»Web 1.0» [3].

4. Закон України «Про вищу освіту» визначає наступні принципи державної політики у сфері вищої освіти, серед них:

1) сприяння сталому розвитку суспільства шляхом підготовки конкурентоспроможного людського капіталу та створення умов для освіти протягом життя;

2) доступності вищої освіти;

3) незалежності здобуття вищої освіти від політичних партій, громадських і релігійних організацій (крім вищих духовних навчальних закладів);

4) міжнародної інтеграції та інтеграції системи вищої освіти України у Європейський простір вищої освіти, за умови збереження і розвитку досягнень та прогресивних традицій національної вищої школи;

5) наступності процесу здобуття вищої освіти;

6) державної підтримки підготовки фахівців з вищою освітою для пріоритетних галузей економічної діяльності, напрямів фундаментальних і прикладних наукових досліджень, науково-педагогічної та педагогічної діяльності;

7) державної підтримки освітньої, наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності університетів, академій, інститутів, коледжів, зокрема шляхом надання пільг із сплати податків, зборів та інших обов'язкових платежів вищим навчальним закладам, що провадять таку діяльність;

8) сприяння здійсненню державно-приватного партнерства у сфері вищої освіти;

9) відкритості формування структури і обсягу освітньої та професійної підготовки фахівців з вищою освітою [4].

Більшість зафіксованих принципів державної політики у освіті, в умовах сучасного суспільства, можна реалізувати лише на основі/або з використанням е-технологій. Час показує, що й майбутнє освіти всіх рівнів буде нерозривно пов'язане з е-технологіями. В умовах високої конкуренції кращі позиції будуть мати вищи, які одним з пріоритетів оберуть застосування технологій Web.2 та створення модульного об'єктно-орієнтованого навчального середовища (Moodle) – динамічної, безкоштовної, відкритої системи управління освітою.

Список літератури

1. Тоффлер Э. Шок будущего. – М. :АСТ, 2002. – 557 с.

2. Гнеденко В.В. Тютяев А.В. Использование технологий Web 2.0 в образовании. – Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 3 – С. 82–0. URL : http://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=12

3. O'Reilly Tim. What Is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. URL: http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html

4. Про вищу освіту. Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ

Торубара В. В.
Редакционно-издательский центр подготовки научных периодических изданий
Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова

Проблема повышения цитируемости научных публикаций весьма актуальна на постсоветском пространстве, так как зачастую является лишь отражением куда большей проблемы различных ценностных ориентировок в профессиональной деятельности молодого ученого [1–2, 4–5].

В самом общем виде [6], «научная эффективность» ученого может быть оценена по следующим параметрам:

- Количество публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- Цитируемость научных работ ученого в публикациях коллег;
- Количество полученных грантов;
- Количество наград за научную и преподавательскую деятельность.

Как видим, публикации в периодических изданиях, входящих в международные наукометрические базы – лишь один из шагов.

По состоянию на 2017 год Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (НУК), является издателем четырех периодических изданий:

- Судостроение и морская инфраструктура (периодичность 2 раза в год);
- Сборник научных трудов Национального университета кораблестроения (периодичность 4 раза в год);
- Электронное издание «Вестник НУК» (периодичность 1-2 раза в год);
- Студенческий сборник НУК (периодичность 1-2 раза в год).

На момент создания Редакционно-издательского центра подготовки научных периодических изданий (далее – ЦЕНТР НУК), основной проблемой всех периодических изданий университета был существенный недобор статей и срыв сроков выхода журналов. Сегодня можно говорить о том, что эту задачу удалось решить, пусть и радикальным методом – уменьшением периодичности выхода основного издания (Сборника научных трудов (СНТ)) и снижением количества статей в сборниках.

Следующая задача, поставленная руководством перед ЦЕНТРОМ НУК – повышение цитируемости ученых университета кораблестроения и вхождение периодических изданий НУК в международные наукометрические базы (прежде всего в SCOPUS).

Стоит сделать небольшое отступление от темы и указать на то, что цитируемость того, или иного ученого является следствием востребованности его работ всеми составляющими модели «тройной спирали» (научное сообщество – бизнес-среда – государство). То есть наблюдаем переход от количества к качеству.

Результатом работы ЦЕНТРА НУК в данном направлении за 2016 год стало включение изданий НУК в 12 международных наукометрических баз, среди которых - INDEX COPERNICUS, рекомендуемый ВАК Украины для размещения публикаций. По состоянию на сентябрь 2017 года ЦЕНТРОМ НУК поданы заявки на включение в SCOPUS следующих изданий университета: Судостроение и морская инфраструктура, Сборник научных трудов НУК. До этого в течение трех лет проводилась подготовительная работа для соответствия изданий требованиям баз. Но, как гласит девиз одного из факультетов НУК – «меж для досконалості не існує», и работу по увеличению качественных показателей периодических изданий НУК стоит продолжать.

Нами намечен ряд желательных мер по повышению качества изданий НУК:

1. Унификация редакционной коллегии для всех журналов университета. В оценке издания для включения его в базу данных SCOPUS имеет значение авторитетность редколлегии – наличие в ее составе представителей из других профильных организаций, городов, стран. На данный момент этому требованию соответствует редколлегия сборника «Судостроение и морская инфраструктура». Предлагается данный состав утвердить в качестве редколлегии для «Сборника научных трудов Национального университета кораблестроения», «Вестника НУК» и «Студенческого сборника».
2. Постепенное внедрение «слепого» рецензирования с активным привлечением иногородних и иностранных представителей редколлегии.

3. Создание базы данных потенциальных редакторов для периодических изданий НУК. Каждый нынешний представитель редколлегии – состоявшийся ученый с определенным количеством деловых и дружественных связей в своей научной сфере. Будет разумным, используя нетворкинг, обратить эти связи для укрепления статуса университетских периодических изданий.
4. Внедрение практики подписания договоров с авторами о разделении ответственности за качество предоставляемого материала. Политика открытого доступа является одним из необходимых шагов к приведению сборников НУК к требованиям, необходимым для включения сборников в наукометрическую базу SCOPUS. Известны случаи, когда журнал разместивший статью с плагиатом, лишался не только членства в наукометрической базе, но и у такого журнала по требованию SCOPUS отзывалось свидетельство о регистрации. То есть фактически журнал закрывался. Дабы обезопасить ВУЗ от недобросовестных авторов предлагается ввести процедуру заключения договора, согласно которому автор дает добро на размещение материалов своей статьи в сети Интернет и несет полную ответственность за уникальность поданного материала. Кроме того в договоре обязательно указывается процент собственного текста автора в поданном материале. Таким образом, все спорные моменты будут, согласно договору, решаться между наукометрической базой и автором.
5. Внедрение проверки поданного материала по системе «антиплагиат». На первое время можно ограничиться определенным процентом от общего количества поданных статей. Например – 25% от всех статей, отобранных случайным образом, проходят обязательную проверку на плагиат. В будущем будет разумно повышать процент проверяемых статей, либо опционно предлагать автору проверку в момент подписания договора на размещение материала.
6. Разграничение тематики сборников. Предлагается издание «Судостроение и морская инфраструктура» использовать для публикации **наиболее актуальных, инновационных и востребованных** научных исследований по профилю издания. *В журнале должны оставаться лишь те статьи, которые позже принесут изданию, университету и ученым рост индекса цитируемости.* «Сборник научных трудов НУК» использовать для публикации программных (обязательных) работ ученых университета и их иногородних и международных коллег. Также в «Сборнике» размещать лучшие работы магистров и студентов университета. «Вестник НУК» календарно привязать к графику магистерских защит и использовать его для публикации основной массы статей магистров университета. «Студенческий сборник» наполнять материалами студентов университета, Малой академии наук и морского лицея.

Подробно стоит остановиться на улучшении качества самих статей, подаваемых на рассмотрение редколлегии НУК. В зарубежной наукометрической базе руско- или украиноязычный материал в первую очередь оценивают по:

- *Заголовку.* Эффективный заголовок должен быть интересен потенциальному читателю. Быть конкретным, понятным, точным. Не содержать сокращений, даже общепринятых в данной научной среде. А самое главное – знакомить потенциального читателя с основной проблемой и предметом исследования.
- *Аннотации и ключевым словам.* Качественная аннотация должна состоять из не менее 200-250 слов (без предлогов и знаков препинания) и содержать следующую информацию – актуальность темы, цель исследования, методы, которыми данное исследование проводится, полученные результаты и выводы, а также рекомендации к дальнейшим исследованиям. Желательно подбирать шесть – восемь максимально конкретных ключевых слов по тематике исследования.
- *Списку литературы.* Именно список литературы и формирует тот самый «вожделенный» индекс цитируемости. Поэтому грамотный подбор источников литературы зачастую дает вам 50 % вероятности в том, что вас также будут цитировать. В англоязычной научной среде считается правилом хорошего тона использовать в научных исследованиях от 20 до 40 источников литературы по выбранной тематике, изданные за последние 10-15 лет.

Анализ материалов, подаваемых на рассмотрение в редколлегию изданий НУК за последние 3 года показывает, что соответствие приведенным выше критериям – скорее исключение, чем правило. Так, довольно распространено явление, когда автор даже внятно не формулирует рассматриваемую научную проблему, либо рассматривает вопрос, не являющийся ни научным, ни актуальным. А ведь выявить проблему – это 50% успеха статьи!!! Заголовки зачастую не отображают содержания статьи. Аннотации и ключевые слова дают лишь приближенное понимание сути работы. Зачастую рецензенты наукометрических баз даже не рассматривают статью, если Abstract не соответствует приведенным выше требованиям.

Сам смысл существования наукометрических баз подразумевает обмен информацией между учеными, занимающимися сходной тематикой. Но для обмена, прежде всего, необходимо найти своего иностранного коллегу. На постсоветском пространстве данный поиск сводится к запросу на поисковом сайте.

Наши зарубежные коллеги зачастую руководствуются для поиска базами данных идентификаторов ученых – ORCID или Google Academy. Из профиля ORCID можно получить не только общую информацию о своем коллеге (ВУЗ, профиль деятельности) но и информацию об актуальных публикациях и грантах. И здесь ситуация с профилями ORCID ученых НУК все грустно**. Из более чем 800 фамилий наших специалистов 99 % профилей не содержат информации о публикациях вообще.** Хотя у наших коллег – в одном из одесских вузов, ректор не подписывает заявление на отпуск сотруднику, пока тот не предоставит профиль ORCID с внесенными в него публикациями за последний год!!!

Все эти примеры говорят об отсутствии у большинства отечественных молодых ученых навыка грамотного изложения своих мыслей. Что, в какой-то мере, связано с переориентацией всей системы образования с развития в человеке творческого мышления на банальное запоминание информации. Выходом из этой ситуации может стать включение в учебные планы вуза курсов академического письма и методологии научной деятельности [3]. Отдельным вопросом стоит рассмотреть оптимальный объем и содержание курса, а также на каком этапе обучения вводить его в учебный план для разных категорий научных кадров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Водождокова З. Н.** Мотивация и ценности в системе воспроизводства научных и научно-педагогических кадров [Текст] / З. Н. Водождокова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. – 2010. – №2. – С.87-93
2. **Гергерт Д. В., Айзенштат О. М.** Методические аспекты организации управления портфелем научных проектов в вузе [Текст] / Д. В. Гергерт, О. М. Айзенштат // ARS ADMINISTRANDI. – 2015. – №1. – С.132-146
3. **Орлова О. Г., Прокопенко С. А.** Повышение эффективности подготовки научных кадров высшей квалификации в КемГУ [Текст] / О. Г. Орлова, С. А. Прокопенко // Вестник КемГУ. – 2013. – №4 (56). – С.63-71
4. **Шарабчиев Ю.Т**. Почему научные публикации не цитируются и как повысить свою цитируемость [Текст] / Ю.Т. Шарабчиев // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2014 – №1 – с. – 63-80
5. **Шпильовий В. Д.** Проблеми підтримання якості освіти [Текст] / В. Д. Шпильовий // Упр. проектами та розв. вир-ва. – Луганськ, – 2000. – № 1(1). – С. 30-36.
6. **Mary R. Jalongo, Olivia N. Saracho** Writing for Publication [Text] // Switzerland : Springer International Publishing — 2016. — 298 p.

УДК 378.1 (477) : 371.83

СТУДЕНТСЬКЕ САМОВРЯДУВАННЯ ЯК УМОВА СТАНОВЛЕННЯ ОСОБИСТОСТІ В СИСТЕМІ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Трибулькевич К. Г.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова м. Миколаїв

Зростання уваги до проблем студентського самоврядування обумовлене прагненням Української держави до утвердження демократичних цінностей, сповідуванням європейської освітньої традиції. У 2017 році серед найбільш вагомих заходів щодо впровадження ідей студентського самоврядування були: Всеукраїнський форум студентського самоврядування (4-7.05.2017, м. Суми), Всеукраїнська науково-практична конференція «Особистість студента і соціокультурне середовище університету в суспільному контексті» (2.06.2017, Інститут вищої освіти НАПНУ), XII Міжнародний пленер Національного студентського союзу з питань студентського самоврядування, молодіжної науки та фізичного виховання студентської молоді 22-27 серпня 2017 року, що проходив у навчально-оздоровчому таборі «Політехнік-3» Національного університету «Львівська політехніка» (с. Коблеве Березанського району Миколаївської області).

Метою статті є аналіз феномену студентського самоврядування як умови становлення особистості в системі інженерно-технологічної освіти.

Аналіз сучасного стану становлення студентського самоврядування призводить до висновків про ряд прогресивних змін у його діяльності: увагу громадськості до питань студентського самоврядування; зростання ваги органів студентського самоврядування у функціонуванні вищих навчальних закладів, зокрема при прийнятті керівниками управлінських рішень; розширення повноважень студентського самоврядування;

фінансування діяльності студентського самоврядування; посилення правозахисної функції органів студентського самоврядування.

Проте ряд науковців і освітніх керманичів відзначають, що лише 30 % студентів виявляють громадську активність [1, с. 89; 2; 3, с. 5]. Колишній міністр освіти і науки України С. Квіт вбачає причину пасивності студентів у інертності керівництва вищих навчальних закладів [2]. Саме тому особливого звучання в посиленні процесів демократизації вищого навчального закладу набуває студентське самоврядування, що через набуття власної автономії та покладеної на студентських лідерів відповідальності, сприятиме реорганізації діяльності вищого навчального закладу, актуалізації демократичних засад.

Домінування розважальної функції студентського самоврядування, про яку зазначала Л. О. Шеїна [4, с. 40] та свідчили результати опитувань студентів вищих навчальних закладів м. Львова у 2008 році, згідно якому 67,5 % студентів Львова вважають, що студентське самоврядування має організовувати їх дозвілля, повинно збагачуватись альтернативними особистісно значущими та суспільно корисними видами діяльності студентського самоврядування, що з успіхом відбувається у багатьох вітчизняних вищих навчальних закладах.

У роботі Б. Г. Нагорного, А. В. Яковенко та М. Л. Яковенко «Студентство і сучасність» [5] розглядаються освітні мотивації студентської молоді та обґрунтовуються аспекти розвитку інноваційної активності студентів в умовах формування нових освітніх стратегій. Автори приходять до висновку: більшість із числа опитаних студентів вважають: вищий навчальний заклад у його нинішньому стані не є соціальною організацією, що активізує, належним чином, ініціативність молодих людей [5, с. 122], дані аргументи підтверджують визначені у ході дослідження суперечності.

Дослідниця Т. Ю. Баландіна, на основі порівняння соціологічних досліджень 1980-х, 1990-х та 2000-х рр., визначає значну кількість тенденцій розвитку студентського самоврядування, які можна узагальнити наступним чином: складності в організації життя, побуту й дозвілля студентів і недостатня активність молоді; зростання кількості соціальних проблем; підвищення ролі виховної роботи у вищому навчальному закладі поруч із зростанням потреби у ефективній роботі органів студентського самоврядування; актуалізація потреби в розвитку демократичних тенденцій у вищій школі, що зумовлює необхідність ефективної та дієвої роботи органів студентського самоврядування; застосування самореалізаційного підходу до організації студентського самоврядування із урахуванням нахилів, здібностей, інтересів студентів; наявність нетрадиційних форм організації роботи студентського самоврядування та збільшення форм і напрямків студентського самоврядування, виникнення нових типів студентських об'єднань [1]. Визначені тенденції поповнюють теорію про студентське самоврядування та становлять науковий інтерес при здійсненні дослідження розвитку студентського самоврядування на території Української держави.

Функціонування студентських профспілок у системі вітчизняного самоврядування залишається дискусійним. Роз'яснювальним листом від 21.10.2015 № 1/9–495 [6] Міністерство освіти і науки розмежувало органи студентського самоврядування та студентські профспілки, хоча стара традиція становлення студентського самоврядування вбачала їх тісний зв'язок.

Аналіз діяльності студентського самоврядування вітчизняних вищих навчальних закладів свідчить, що певних успіхів у сфері демократизації взаємин студентських лідерів і адміністрації вже досягнуто. Прикладом чого може слугувати практика роботи Київського національного університету культури і мистецтв. В університеті практикують проведення анонімного опитування молоді «Викладач очима студентів», де студенти повинні оцінити рівень викладання кожного викладача за десятибальною шкалою. Адміністрація не чинить тиск на студентських лідерів і не втручається в результати голосування, адже збір інформації, опрацювання результатів і оприлюднення висновків опитування здійснюється студентами. Крім того, підпис голови студентського самоврядування є обов'язковим для прийняття викладачів на роботу, а також при ухваленні рішень про відрахування студентів, виплату стипендії.

Проведення опитувань «Викладач очима студентів» є традиційним і для Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв. Представники студентського самоврядування вивчають студентську думку не тільки щодо якості викладання, але і доброзичливого ставлення до студентів, готовності надати консультативну допомогу, доступності (спілкування через мережу Інтернет, телефон), відповідності зовнішнього вигляду викладача естетичним вимогам і діловому дрес-коду, а також питання чесності та прозорості при виставленні академічної успішності.

У Державному економіко-технологічному університеті транспорту, м. Київ, у Положенні про вчену раду зафіксовані пункти щодо погодження з органами студентського самоврядування університету кандидатів із кращих студентів і аспірантів на отримання іменних стипендій; розгляду питань співпраці з органами студентського самоврядування, проте відсутній фіксований обсяг фінансування студентського самоврядування, адже, згідно положення, його визначає вчена рада.

Аспекти побудови партнерських взаємин студентських лідерів із керівництвом вищого навчального закладу, посилення впливу органів студентського самоврядування на життєдіяльність вищого навчального закладу, збільшення фінансової підтримки органів студентського самоврядування та зміцнення матеріальної бази, потребують дальшого вдосконалення та поширення у вітчизняних вищих навчальних закладах.

Список використаних джерел

1. Баландина Т. Ю. Студенческое самоуправление как социокультурный феномен: социологический анализ : дисс. канд. социолог. наук : 22.00.06 / Татьяна Юрьевна Баландина. – Екатеринбург, 2006. – 155 с.

2. Реакція мережі на слова Квіта : «…Пасивні викладачі і байдужі студенти – це реалії сучасної української освіти» // Рейдерське захоплення НАУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://reider-nau.com/reaktsiya-merezhi-na-slova-kvita-pasivni-vikladachi-i-bayduzhi-studenti-tse-realiyi-suchasnoyi-ukrayinskoyi-osviti/

3. Чибісова Н. Студентське самоврядування – спосіб модернізації сучасного ВНЗ / Н. Чибісова // Освіта. – 10 серпня 2016 року. – С. 5.

4. Шеїна Л. О. Студентське самоврядування як засіб соціалізації молоді : дис. канд. пед. наук : 13.00.05 / Лариса Олександрівна Шеїна. – Луганськ, 2010. – 227 с.

5. Нагорний Б. Г. Студентство і сучасність / Б. Г. Нагорний, М. Л. Яковенко, А. В. Яковенко. – К. : Арістей, 2005. – 164 с.

6. Лист МОН України від 21.10.2015 № 1/9–495 «Щодо погодження рішень органами студентського самоврядування» // Міністерство освіти і науки. Офіційний веб-сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/4503

7. Трибулькевич К. Г. Розвиток студентського самоврядування у вищих навчальних закладах України (1917 – 2010 рр.) : монографія / К. Г. Трибулькевич. – Одеса: КУПРІЄНКО С В, 2016. – 454 с.

УДК 378.147:811.11

ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК УСНОГО МОНОЛОГІЧНОГО МОВЛЕННЯ У ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ

Фатєєва В.Г.
старший викладач кафедри сучасних мов
Гресь А.А.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

Навчання іноземних студентів є одним з важливих чинників становлення української держави як рівноправного партнера у створенні світового освітнього простору. На сьогоднішній день в українських вищих навчальних закладах навчається близько 49 тис. іноземних громадян зі 130 країн світу. Більшість іноземних студентів вивчає в Україні або медицину, або інженерно-технічні спеціальності. За останні роки зростає попит на економічні та юридичні спеціальності. Отже, впевнено можна констатувати, що найбільше число іноземних студентів обирає нефілологічні вищі навчальні заклади України. Але оскільки основний акцент в нефілологічних вищих навчальних закладах робиться на професійно-орієнтовані дисципліни, українській/російській мовам приділяється недостатньо уваги, хоча для іноземних студентів ці мови є не тільки навчальними предметами, а й освітніми дисциплінами, засобом всебічного розвитку упродовж життя та провідником майбутніх фахівців у їх становленні як професійних особистостей.

Викладачі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, навчаючи іноземних студентів російській та українській мовам, приділяють особливу увагу формуванню комунікативних навичок, а саме монологічному мовленню, яке є найпоширенішою формою спілкування у сфері навчально-професійної діяльності.

Мовна освіта іноземців відповідає основним етапам навчального процесу:

- початковий етап (підготовчий факультет/відділення, навчання на якому є складовою вищої освіти для іноземних громадян в Україні, або початкова мовна підготовка іноземних магістрантів, стажистів, аспірантів);
- основний (поглиблений) етап підготовки іноземних студентів (I–III курси навчання у вищих навчальних закладах);
- завершальний етап (IV курс ВНЗ – останній рік навчання на рівень бакалавра і V-VI курс навчання – за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістра).

Метою підготовки іноземних студентів на початковому етапі є формування професійно-мовленнєвої компетентності на такому рівні, який дозволить здійснювати професійне спілкування на етапі фахової підготовки. Вже на початку навчання регіональній мові необхідно формувати вміння монологічного мовлення. Виступаючі в ролі мовця, студент має бути здатним виконувати серії послідовних видів діяльності. Він повинен планувати, формулювати та вимовляти повідомлення. На заняттях з початківцями

монологічні вислови чітко координуються викладачем. Застосовуються такі види роботи як переказ тексту або короткі висловлювання за змістом тексту. Головне на цьому етапі є стимулювання використання вивченого матеріалу в певних мовних ситуаціях. Тому потрібно практикувати зі студентами непідготовлені монологи, навіть дуже короткі та прості.

На основному та завершальному етапах підготовки іноземні студенти повинні володіти наступними типами монологічних висловлювань: опис, роздум, розповідь (повідомлення). Для повідомлення характерна хронологічна послідовність, для опису – фактологічна, а для розповіді – сюжетна. Такий характер мовлення вимагає від студентів відповідних умінь.

У зв'язку з вимогами державного іспиту у студентів іноземців, вивчаючих регіональну мову в НУК по закінченні IV курсу тривалість монологічного мовлення становить від 3 до 5 хвилин залежно від типу монологу та часу, відведеного на підготовку.

Вимоги до монологічного мовлення збільшуються з подоланням кожного наступного етапу. Викладачі повинні на кожному етапі навчання іноземної мови стимулювати студентів до спонтанного та вільного висловлювання своїх думок.

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. Викладач мовної підготовки стає для іноземного студента на всіх етапах його професійної підготовки надійним помічником і координатором.

Таким чином, при формуванні навичок монологічного мовлення у іноземних студентів перед викладачами постають наступні задачі: на підготовчому етапі – допомогти студентам міцно засвоїти й закріпити мовний матеріал за темою; навчити висловлювати одну завершену думку; об'єднувати декілька фраз. На основному етапі – навчити студентів висловлювати думку з достатньою швидкістю, без непотрібних пауз між фразами і реченнями та надати мовленню послідовного і логічного характеру. На завершальному етапі – навчити створювати монолог текстового рівня, автоматизувати вміння монологічних висловлювань. На цьому етапі здійснюється розвиток умінь виражати своє особисте ставлення до фактів чи подій, формулювати критичну оцінку, міркувати, аргументувати, тому дуже важливим є формування самостійності мислення студентів іноземців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Скалкин, В.Л. Основы обучения устной иноязычной речи / В.Л. Скалкин. – К. : Ленвит, 2004. – 248 с.
2. Драб, І.М. Комплекс вправ для навчання іншомовного професійного мовлення студентів-економістів / І.М. Драб // Іноземні мови. – 2003. – Вип. 2. – С. 17 – 23.
3. Ніколаєва, С.Ю. Сучасні підходи до викладання іноземних мов / С.Ю. Ніколаєва, О.М. Шерстюк // Іноземні мови. – 2001. – Вип. 1. – С. 50 – 58.
4. Ушакова Н.И. Учебник по языку обучения для иностранных студентов в русле современной образовательной парадигмы / Н.И. Ушакова. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – 263 с.

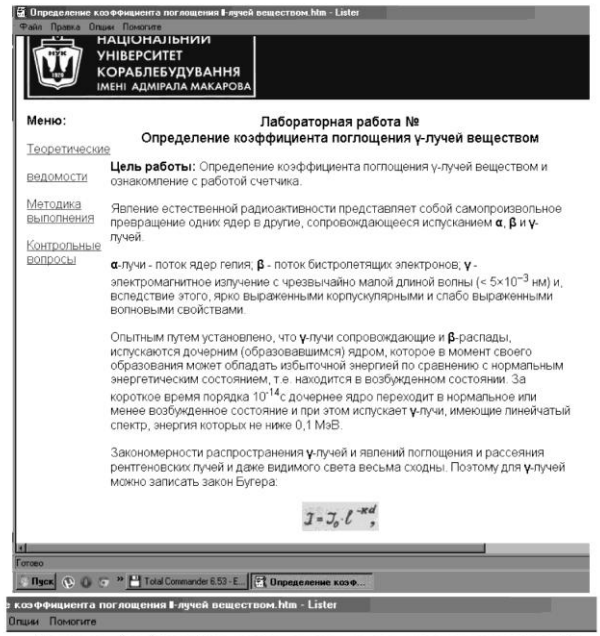
УДК 539.1, 372.853.

СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

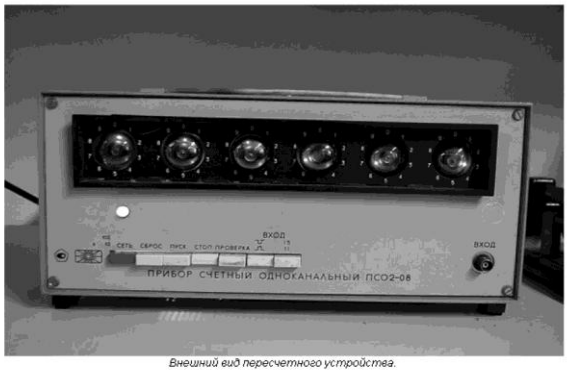
Ткаченко Т., ст.. викладач
Шенкевич В., ст. викладач
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В останні десятиліття все більше уваги приділяється самостійній роботі студентів по вивченню фундаментальних дисциплін, створенню нових форм і методів подачі матеріалу курсу фізики, спрямованих на індивідуалізацію навчання. Створюється все більше електронних підручників, тестів для контролю знань, розрахованих на нові умови навчання і на нове покоління студентів, що вже мають базову підготовку з основ інформатики і в подальшій роботі прогнозують широко використовувати комп'ютерні і інтернет-технології. Стрімкий ріст нових комп'ютерних технологій привів до виникнення нових форм дистанційної освіти, в тому числі так званого віртуального лабораторного практикуму.

На кафедрі фізики НУК продовжується робота [2-5] по створенню електронного курсу фізики, що включає як складову частину віртуальний лабораторний практикум з основних розділів курсу.



Пересчетный прибор собран на газоразрядных счетных лампах--декатронах. На лицевой панели прибора расположены блоки 6 декатронов и кнопочный переключатель.



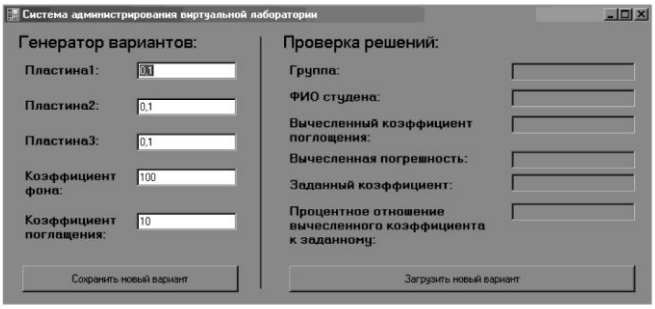
Внешний вид пересчетного устройства.

Розглянемо лабораторну роботу з розділу «Атомна та Ядерна фізика», мета якої полягає в визначенні коефіцієнта поглинання γ-випромінювання речовиною.

Лабораторна робота починається з теоретичної частини, в якій з використанням html-технологій описується будова атомного ядра, процес його розпаду і принцип дії реєструючих приладів (зокрема лічильника Гейгера-Мюлера), фізичні закони, які при цьому виконуються. Після ознайомлення з ходом роботи і відповіді на контрольні запитання студент приступає до безпосереднього виконання лабораторної роботи, в процесі якого імітується робота реальної установки [6], проведення вимірювань за допомогою приладів.

В ході роботи програма дозволяє студенту змінювати послідовність підстановки і кількість пластин між джерелом променів і лічильником, перевіряє достовірність записаних в таблиці даних, дозволяючи записувати тільки ті з них, які відповідають параметрам уявної схеми. При цьому покази віртуального приладу варіюються з використанням генератора випадкових чисел для імітації реальної роботи програми в певних межах, що практично забезпечує неповторність результатів та індивідуальність роботи кожного студента. Під час роботи студент за необхідності завжди може скористатись підказкою щодо порядку виконання, натиснувши кнопку «справка».

В ході роботи формується звітний листок, що містить індивідуальні дані студента і дані лабораторної роботи, виконаної ним. Після завершення роботи цей листок зберігається в окремий файл.



Лабораторна робота складається з двох частин: безпосередньо лабораторна, доступна для студентів і модуль «Адмін», з яким працює лише викладач. З цим модулем можна створити варіанти з різними даними для роботи студентів – змінити товщину пластин, задати інший коефіцієнт поглинання, що відповідає другому матеріалу. З модулю «Адмін» перевіряється і виконання роботи студентом.

На основі даної розробляється ще ряд подібних робіт практикуму з ядерної фізики. Звичайно, віртуальна робота не може бути повноцінною заміною реальної роботи з приладами, але її можна використовувати в якості підготовчого або контролюючого етапу лабораторної роботи, додаткового матеріалу для самостійної роботи студентів, зокрема з дистанційною та заочною формою навчання. Створені на кафедрі лабораторні роботи використовувались в роботі філіалів НУК в Примоському (Феодосія) і Первомайську в 2012-2014 роках.

Використання засобів комп'ютерного моделювання забезпечує можливість проведення дослідів та експериментів за умови відсутності необхідної матеріально-технічної бази для проведення реальних експериментів. Засоби віртуального моделювання можуть доповнити (або за необхідності замінити) проведення реального лабораторного експерименту.

Література

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навч. посібник: У 3-х т.: Т.3. Оптика і атомна фізика. – К.: Техніка, 2001.
2. Разработка виртуального практикума в дистанционном изучении курса физики. к.т.н. М.В. Ушкац, В.В. Кондратенко, к.ф.-м.н. С.С. Коваль. - Методика дистанційного навчання фундаментальним та технічним дисциплінам у вищій школі: Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції: - Миколаїв: НУК, 2005.
3. Методика використання лабораторного практикуму у вивченні загального курсу фізики у вищій школі. Шенкевич В., Ткаченко Т. - Матеріали науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, присвячена 90-річчю НУК . Миколаїв – 2010.
4. Віртуальна лабораторна робота «Створення вольтметра із заданою межею вимірювання» Мочалов. О.О., Шенкевич В.М. - Матеріали XIII Всеукраїнської науково-методичної конференції: «Сучасні проблеми фізико-математичних наук та підготовки фахівців у цій галузі». Миколаїв: МНУ, 2011.
5. Віртуальна лабораторна робота «Визначення радіусу лінзи за допомогою кілець Ньютона» Буруніна Ж.Ю., Ткаченко Т.О., Шенкевич В.М. - Теоретичні проблеми та прикладні аспекти сучасної технічної фізики. Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції: - Миколаїв: НУК, 2014.
6. Фізика атомів та квантів. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу фізики. Під редакцією О.О.Мочалова, М.В.Ушкаця.: – Миколаїв: УДМТУ, 2003.

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Гарбар І.В., Петрович Л.І., Гарбар А.І.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова м. Миколаїв

Сучасний етап входження країни до ринкової економіки, розбудови незалежної Української держави, демократизації суспільства, гуманізації вищої школи, вимагає переосмислення самої парадигми вищої освіти, відмови від адаптивної моделі засвоєння знань на користь моделі освіти, зорієнтованої на особистість. Центром всіх навчально-виховних дій має стати конкретний студент і, відповідно, всі способи та форми організації мають підпорядкуватися меті його всебічного особистісного і професійного розвитку.

Підвищенню мотивації студентів сприяє впровадження *нових технологій* у навчальний процес: використання комп'ютерних моделюючих систем, впровадження ситуаційних (кейсових) технологій, вирішення

фахових завдань за допомогою комплексного використання знань з загальноосвітніх та фахових дисциплін [2].

Найбільш емоційно привабливими і професійно необхідними в інноваційному навчанні є імітаційні активні методи, які поділяються на *неігрові* (аналіз конкретних ситуацій, імітаційні вправи, індивідуальний тренаж) та *ігрові* (ділові ігри, розігрування ролей, ігрове проектування). Саме вони орієнтують студента на краще засвоєння майбутньої спеціальності, оволодіння професійною майстерністю, створення нових, більш цінних, алгоритмів діяльності [3].

Існуюче розмаїття ідей щодо навчання й виховання особистості в умовах сучасної освіти зводиться до того, що форми освіти мають перебудовуватися у відповідністю з психологією студента, його інтересами й правами. Серед психологічно орієнтованих методичних моделей є такі, розробки яких були застосовані на практиці навчання. Виділяються декілька методичних моделей, побудованих з урахуванням психологічних механізмів розвитку студентів*: вільна, особистісна, розвиваюча, активізуюча, формуюча, збагачуюча моделі.*

У **«вільній моделі»** максимально враховується внутрішня ініціатива студента. Навіть, якщо викладач допомагає студенту, він сам визначає інтенсивність і тривалість своїх навчальних занять, вільно планує свій час, самостійно обирає засоби навчання. Жорстка система педагогічного впливу при цьому відсутня.

Метою **«особистісної моделі»** є комплексний розвиток пізнавальних, емоційно-вольових, моральних, естетичних можливостей студента. Викладач повинен створити умови для вияву індивідуальних здібностей як слабких, так і сильних студентів з хорошою успішністю.

Формуюча модель передбачає вплив на розвиток студента через цілеспрямоване регулювання процесу засвоєння знань, умінь та навичок.

Збагачуюча модель навчання передбачає зростання інтелектуальних сил студента пов’язаних із збагаченням і ускладненням його розумового (ментального) досвіду.

.**Активізуюча модель** спрямована на підвищення рівня пізнавальної активності студентів за рахунок проблемних ситуацій, пізнавальних потреб і інтелектуальних почуттів. Її головний психологічний елемент – пізнавальний інтерес.

У **розвиваючій моделі** у центрі уваги викладача перебуває перебудова навчальної діяльності студента як на рівні змісту, так і на рівні технології з тим, щоб забезпечити появу певних нових психологічних якостей: теоретичного мислення, рефлексії, самостійності у виконанні різних навчальних завдань [1].

Найголовнішою навичкою, яку здобуває студент під час навчання, є вміння під професійним кутом зору сприймати будь-яку наочну, вербальну інформацію, самостійно осмислювати, приймати рішення, оцінюючи його можливі наслідки, визначати оптимальні шляхи реалізації цього рішення.

Таким чином, сучасні освітні технології у ВНЗ – це науково-обґрунтовані і унормовані системи форм, методів, засобів, що використовуються для організації та здійснення спільної навчальної діяльності викладачів та студентів.

Література

1. Бистрова Ю.В. Інноваційні методи навчання у вищій школі України / Ю.В. Бистрова // Право та інноваційне суспільство. – 2015. – № 1. – С. 27–33. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pric_2015_1_5.

2. Ковжога С.О. Сучасні освітні технології та методи їх використання в навчальному процесі [Електронний ресурс] / [Ковжога С.О., Полєжаєв А.М., Тузіков С.А.]. – Режим доступу: http: //www.rusnauka.com.

3. Стрельніков В.Ю. Сучасні технології навчання у вищій школі : модульний посібник для слухачів авторських курсів підвищення кваліфікації викладачів МІПК ПУЕТ / В.Ю. Стрельніков, І.Г. Брітченко. – Полтава : ПУЕТ, 2013. – 309 с.

УДК 378.147(477)

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ.

Тригуб О.В., ст. викладач кафедри теорії та історії держави і права

В постіндустріальному, глобалізованому суспільстві вища освіта повинна бути орієнтована на формування соціально відповідальної особистості, яка буде працювати в умовах швидких технологічних змін, глобалізації та збереження навколишнього середовища

Саме тому перед освітою стоять кардинально нові завдання – потрібно вчити вмінню мислити, самостійно здобувати інформацію і критично її оцінювати, а не просто накопичувати і запам'ятовувати.

Викладачі повинні вирішувати ці завдання, що ставить перед ними сучасність. в складних умовах скорочення аудиторного навантаження в навчальних програмах української вищої школи. А це вимагає для

провідних університетів переосмислення ролі викладача, реструктуризацію навчальних планів з меншими витратами та більшою ефективністю. Мова йде про спільне створення і використання контенту для здійснення спільної освітньої діяльності в Інтернеті на базі загальних стандартів, угод і технологій (Smart education).

Одним з ефективних способів вирішення цієї нагальної проблеми є використання інформаційних технологій та змішаного навчання.

Питання використання інформаційних технологій в навчанні розглядається багатьма науковцями серед яких О. О. Андрєєв, О. А. Булавенко, В. В. Бойчук, А. В. Одинець, І. М. Сокол, Т. Г. Павлиш та інші.

О. А. Булавенко, А. В. Одинець вважають, що інформаційні технології дають можливість керувати освітнім середовищем та освітнім процесом. З їх допомогою: вдосконалюється організація викладання, підвищується індивідуалізація навчання; підвищується продуктивність самопідготовки студентів; посилюється мотивація до навчання; активізується процес навчання, створюється можливість залучення учнів до дослідницької діяльності; забезпечується гнучкість процесу навчання [1].

За П. В. Стефаненком, система управління навчанням повинна надавати можливість для забезпечення централізованої та автоматизованої підтримки навчальної діяльності студента та викладача; використання технологій самообслуговування і самоуправління; швидкості та зручності формування й доставки даних; підтримки мобільності та відповідності всім існуючим стандартам [2].

До найпоширеніших системам управління навчанням відносяться Blackboard, Moodle [3], Google Classroom, aTutor, Claroline тощо. Наприклад, Google Classroom – сервіс, що надає можливість викладачам створювати та розміщувати завдання в електронному вигляді, а студентам – обирати необхідне завдання та виконувати його; при цьому надається можливість систематизації завдань та виконаних студентами робіт у структуру папок та документів на Google Drive. У Google Classroom викладачі можуть створювати і перевіряти завдання в електронній формі. Завдання і роботи при цьому автоматично систематизуються в структуру папок і документів на Google диску. На сторінці завдань розміщуються завдання для самостійного виконання студентами (студентам достатньо просто натиснути на завдання, щоб приступити до його виконання). Відомості про здані роботи оновлюються в реальному часі, і викладач може оперативно перевірити всі роботи, поставити оцінки і додати свої коментарі.

Сирота, С. В. зазначає, що систему управління навчанням (англ. Learning Management System (LMS)) використовують для розробки, зберігання і організації спільного доступу до електронних навчальних матеріалів через Інтернет, забезпечення широких комунікативних можливостей викладачів і студентів, проведення тестування і навчально-адміністративної роботи [4].

Серед сучасних освітніх технологій, які найбільш відповідають складним умовам скорочення аудиторного навантаження є технології змішаного навчання (аудиторні, онлайн та дистанційні), на базі яких можна організувати гнучкий навчальний процес. Змішане (комбіноване навчання) – це цілеспрямований процес здобування знань, умінь та навичок в умовах інтеграції аудиторної та поза аудиторної навчальної діяльності суб’єктів освітнього процесу на основі використання і взаємного доповнення технологій традиційного, електронного, дистанційного та мобільного навчання при наявності самоконтролю студента за часом, місцем, маршрутами та темпом навчання [1,6, 7, 8].

В сучасній освіті існують різні підходи виокремлення моделей змішаного навчання. За одним підходом змішане навчання розглядають як електронне навчання (e-learning) [5]., що відбувається у синхронний спосіб (комп’ютерно-орієнтоване навчання (CBT), веб-орієнтоване навчання (WBT) та дискусійні чати) або асинхронний спосіб (віртуальні класи та лабораторії, Інтернет-сервіси с послугами хостінга, аудіо/відео конференції, форуми, програми віддаленого адміністрування тощо). За іншим підходом виокремлюють моделі змішаного навчання, зокрема, «FacetoFace Driver», «Rotation», «Flex», «Online Lab», «Selfblend», «Online Driver».

Поширеною педагогічною технологією змішаного навчання є, наприклад, перевернуте навчання (flipped classroom) Перевернуте навчання (клас/аудиторія) – це така педагогічна модель, в якій типова подача лекцій і організація домашніх завдань представлені навпаки. Студенти дивляться вдома короткі відео-лекції, в той час як в аудиторії відводиться час на виконання вправ, обговорення проектів і дискусії. Відео лекції часто розглядаються як ключовий компонент в перевернутому підході, такі лекції в даний час або створюються викладачем і розміщуються в інтернеті, або зберігаються в якомусь онлайн-файлообміннику. Доступність перегляду відео в наші дні, поряд з попередньо записаними лекціями подкастом або в іншому аудіо форматі, поширилася настільки, що дозволяє зробити його невід'ємною частиною концепції перевернутого навчання.

Поняття перевернутого навчання спирається на такі ідеї, як активне навчання, залучення студентів до спільної діяльності, комбіновану систему навчання і, звичайно, подкаст. Цінність перевернутих класів в можливості використовувати навчальний час для групових занять, де студенти можуть обговорити зміст лекції, перевірити свої знання і взаємодіяти один з одним в практичній діяльності. Під час навчальних занять роль викладача - виступати тренером або консультантом, заохочуючи студентів на самостійні дослідження і спільну роботу.

Нові умови навчання висувають до дидактичних матеріалів нові вимоги, що дозволяє викладачу не витрачати багато часу на технічні вимоги, пов'язані з розробкою курсу, він зможе скористатися вже існуючим

цифровим контентом, реалізованим у вигляді модулів, які можна збирати в будь-якій послідовності, що обумовлює перехід від пасивного контенту до активного, інтерактивного, онлайнового.

Список літератури

1. Булавенко О. А. Информационные технологи в управлении образованием // Булавенко О. А., Одинец А. В. / Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования», вип. 6 – 2013 /ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре, Россия, електронний ресурс – Режим доступу http://www.science-education.ru/pdf/2013/6/142.pdf.

2. Стефаненко, П. В. Инновации в педагогических и информационных технологиях обучения [Электронный ресурс] : электронный архив Донец. нац. техн. ун-та (г. Донецк) / П. В. Стефаненко. – Донецк, 2005. – Режим доступа: http://ea. donntu. org:8080/jspui/handle/ 123456789/23263/1/stefanenko. pdf

3. Офіційний сайт Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://moodle.org/

4. Сирота С. В., Ліскін В. О. Використання системи «moodle» для викладання дисципліни «алгоритми і структури даних» – досвід і проблеми.

5. Сирота С. В. Технологии современного (Е-) образования состояние, перспективы [Текст] / С. В. Сирота. – Kiev–Sofia, 2014.

6. Биков В. Ю. Методологічні та методичні основи створення і використовування електронних засобів навчального призначення / В. Ю. Биков, В. В. Лапінський // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2012. – № 2. – С. 3-6. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/komp_2012_2_2.pdf

7. Жалдак М. І. Використання комп'ютера в навчальному процесі має бути педагогічно виваженим // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2013. – №1. – С.10-18.

8. Прокопенко І. Ф. Педагогічні технології : 2-е вид. / І. Ф. Прокопенко, В. І. Євдокимов. – Х.:Колегіум, 2006. – 224 с.

Секція. 12.
МОРСЬКЕ ТРАНСПОРТНЕ ПРАВО

УДК 347.79

ПРОБЛЕМА ПРАВОВОГО ПІДҐРУНТЯ ДІЯЛЬНОСТІ ФІРМ З ОЗБРОЄНОЇ ОХОРОНИ СУДЕН

Сандюк Г.О., канд. юрид. наук, Дубинський О.Ю., канд. юрид. наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Проблема протидії піратам на морі є актуальною для нашої країни, оскільки громадяни України багато разів були жертвами піратів, українські судно- та вантажовласники ризикують своїм майном на морі і, на решті, українські громадяни бувають працівниками іноземних охоронних фірм.

Відповідно до Конвенції ООН з морського права 1982 року, учасниками якої є 167 країн світу та Євросоюз, екіпаж торговельного судна не може бути озброєний. Табельна зброя передбачена лише для капітана судна. Зрозуміло, що це призводить до ситуації, коли екіпаж судна не в змозі здійснювати ефективний супротив піратам.

Одним із способів убезпечити судно, вантаж, екіпаж та пасажирів від нападу піратів є наймання приватної фірми, яка має право на надання послуг озброєної охорони, що супроводжує судно у небезпечних з точки зору нападів районах Світового океану. За законодавством України така діяльність не може здійснюватися. При цьому озброєна охорона суден приватними фірмами вважається ефективним, хоча і дороговартісним, способом попередження та боротьби із піратськими нападами.

За законодавством більшості країн світу торговельному судну не надають дозволу на захід до порту, якщо на борту є озброєні люди (окрім капітану судна). Тому охоронні фірми вдаються до використання плавучих збройних баз – суден, які постійно знаходяться у відкритому морі. Таким чином, здебільшого працівники охоронної фірми піднімаються на борт торговельного судна клієнта неозброєними, отримують зброю з плавучої бази у відкритому морі, перед заходом у порт іноземної держави здають зброю назад на базу. Таким чином вдається уникати порушення національного законодавства країни порту та міжнародних конвенцій. За законодавством деяких країн, наприклад, Індії, захід судна до порту з озброєною охороною дозволяється, однак вся зброя декларується та здається до спеціального приміщення на судні, яке опечатується. \

Виникає питання, чи узгоджується існування таких плавучих баз із зобов'язаннями країн – учасниць Конвенції ООН з морського права 1982 року, а таких на сьогоднішній день 167 та Євросоюз у цілому, тобто більшість країн світу.

Фірми, які надають послуги з охорони судна, теоретично простіше можуть бути зареєстровані у країнах, які не є учасниками Конвенції ООН з морського права 1982 року, тому не пов'язані вищезазначеними зобов'язаннями (наприклад, в США, Туреччині, Ізраїлі тощо). Хоча на практиці існують фірми зареєстровані і на Мальті, яка є учасницею Конвенції ООН з морського права.

Такий вид послуг пропонують кілька десятків міжнародних компаній, які займаються безпекою морського судноплавства. [3]

Ліцензію на охоронну діяльність суден повинна мати як фірма у цілому, так і її окремі працівники – на носіння зброї.

Озброєна охорона повинна вживати заходи для того, щоб пірати на змогли висадися на борт судна. За внутрішніми інструкціями, які надаються працівникам охоронних фірм, як тільки нога пірата торкнулася палуби, всі вони разом з екіпажем та пасажирами повинні відступити до так званої «цитаделі» - приміщення на судні, завчасно підготовленого для досить тривалого ізольованого перебування у ньому людей.

Таким чином, на сьогоднішній день відсутні міжнародні договори, які регулюють діяльність приватних фірм, які надають послуги з озброєної охорони суден. Діяльність таких фірм врегульована на національному рівні лише у деяких нечисленних країнах світу. Вищезгадані приватні судна-плавучі збройні бази, що постійно знаходяться у відкритому морі, мають право на існування лише у тому випадку, якщо це відповідає законодавству країни прапора такого судна. Інакше вони самі можуть мати ознаки піратського судна. Судячи з того, що світова спільнота не тільки не протидіє існуванню таких фірм, але в цілому схвально сприймає їх послуги, варто врегулювати їх статус на міжнародному рівні.

Список літератури:

1) Конвенція Організації Об'єднаних Націй з морського права [електронний ресурс]: Міжнародний документ від 10.12.1982 // Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу: http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

2) Ізотов В.І. Безпека комунікації на морі: навч. Посіб. / В.І. Ізотов, Н.В. Кулалаєва, В.О. Михайлюк / під ред. В.О. Михайлюка. – Миколаїв: НУК, 2013. – 416 с.

3) Будаков М. Вооруженная защита судна от морских пиратов: миф или панацея? / М. Будаков [електронний ресурс]: Украинская правда. – 13.10.2010 – Режим доступу: http://www.pravda.com.ua/rus/columns/2010/12/13/5628650/ (дата звернення 12.09.2017) – Назва з екрана.

УДК 341.1

МІЖНАРОДНО-ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ПРАВОВОГО СТАТУСУ ОКУПОВАНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Ломжець Ю. В., кандидат політичних наук, доцент
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

20 лютого 2014 року Російська Федерація розпочала фактичну реалізацію плану збройної агресії проти України на території Автономної Республіки Крим та міста Севастополя, в наслідок якої частина територія України була окупована.

Відповідно до Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» від 15 квітня 2014 р. тимчасово окупованою територією визначається:

1) сухопутна територія Автономної Республіки Крим та міста Севастополя, внутрішні води України цих територій;

2) внутрішні морські води і територіальне море України навколо Кримського півострова, територія виключної (морської) економічної зони України вздовж узбережжя Кримського півострова та прилеглого до узбережжя континентального шельфу України, на які поширюється юрисдикція органів державної влади України відповідно до норм міжнародного права, Конституції та законів України;

3) повітряний простір над даними територіями.

Внаслідок окупації Автономної республіки Крим виникли проблеми у визначенні правового статусу і режиму окупованих територій на міжнародному рівні [1].

Чорне море є «замкненим або напівзамкненим» морським басейном. Серед ознак, що характеризують такі моря, особливе місце займає географічна ознака. Чорне море, оточене шістьма державами, сполучене з іншими морями через Чорноморські протоки, повністю відповідає характеристиці «замкненого або напівзамкненого» моря, передбаченого в Конвенції ООН з морського права 1982 року. До факторів, які формують статус Чорного моря, відносяться також його геополітичні, економічні і історичні характеристики.

Правовий статус Чорного моря характеризується наступними основними рисами. По-перше, це морський басейн, на який, поширюється дія всіх універсальних принципів і норм міжнародного морського права. По-друге, в рамках "замкненого або напівзамкненого моря" особливо виділяється обов'язок прибережних держав співпрацювати у вирішенні регіональних проблем. По-третє, Чорне море наділене спеціальним проливним режимом торгового і військового судноплавства. Таким чином, Чорне море є унікальним морським басейном по гідрографічним, гідробіологічними і екологічним характеристикам, що обумовлює деякі особливості охорони його водного середовища [4].

В даний час визначення правового статусу і режиму Чорного моря здійснюється правовими засобами в рамках національного законодавства Причорноморських держав і за допомогою міжнародних угод.

На міжнародному рівні регулюються:

— регулювання рибальства та інших морських промислів;

— міжнародно-правовий режим дна і надр;

— міжнародно-правовий режим наукових досліджень, що має на меті забезпечити сприятливі умови для проведення багатосторонніх досліджень моря, а також атмосфери і космосу з морських акваторій;

— міжнародно-правовий режим акваторій океану полягає в правовій регламентації внутрішніх морських вод кожної держави, котра має вихід до моря, територіальних вод і вод відкритого моря;

— міжнародно-правовий режим торговельного судноплавства;

— міжнародно-правовий режим військового мореплавства [5, с. 466].

Згідно з федеральним законодавством РФ про анексію Криму, держава-агресор вважає власним кордоном «кордон Республіки Крим на суші, сумісний з територією України» та вказує, що «розмежування морських просторів Чорного та Азовського морів здійснюється на підставі міжнародних договорів РФ, норм та принципів міжнародного права». Зважаючи, що на момент анексії Криму РФ окупував не лише територію АРК та м. Севастополя, але й ще окремі території Херсонської області (півострів Ад, частину півостровів Чонгар та Арабатська Стрілка), його бачення як власної сухопутної межі, так і розмежування внутрішніх вод Сивашу та Азовського моря залишається відкритим та документально невизначеним.

Внаслідок окупації Криму перед Україною і міжнародним співтовариством постав ряд проблем:

— невизначеність міжнародно-правового статусу окупованих територій;

— невизначеність меж як між внутрішніми водами України та РФ в Азовському морі, так і між підконтрольними Україні та підконтрольними агресорові українськими внутрішніми водами Азова, розташованими поблизу Криму, Арабатської стрілки та Новоазовського району Донецької області;

— порушення РФ принципу свободи судноплавства та рибальства в Чорному морі;

— позбавлення України доступу до основної частини шельфових родовищ газу і перспективних запасів вуглеводнів в Чорному морі;

— мілітаризація окупованої частини Чорного моря Російською Федерацією;

— порушення екологічного балансу в наслідок будівництва моста через Керченську протоку.

Отже, підсумовуючи, варто констатувати наступне. Кабінету Міністрів України, МЗС, Мінекології, Мінінфраструктури України слід проінформувати зацікавлені причорноморські держави, органи ООН, Міжнародну морську організацію (ММО) та Міжнародну сільськогосподарську організацію (ФАО) про загрози судноплавству та рибальству відповідно в окупованих РФ акваторіях Азовського та Чорного морів та про неможливість визначення чітких меж окупованих акваторій в умовах агресії РФ, що триває, про загальні загрози регіональній безпеці, що випливають із ситуації, яка склалася.

Кабінету Міністрів України, Мінекології, Мінагрополітики, Мінінфраструктури, Держприкордонслужбі України також необхідно терміново привести власні нормативні акти у відповідність із практичною ситуацією, що склалася із тимчасовою окупацією РФ морських територій України, ВМЕЗ та континентального шельфу України на Чорному морі; припинити усі контакти та форми взаємодії на рівні державних органів та посадових осіб із структурами РФ щодо використання морських просторів.

Міноборони та Держприкордонслужбі України додатково слід визначитися із розташуванням, посиленням інституційної спроможності та нормативного забезпечення діяльності власних сил задля запобігання можливим провокаціям з боку РФ із використанням військовими формуваннями останньої тимчасово окупованих морських просторів України в умовах гібридної війни. Розвиток ситуації, зокрема, у площині організації переговорного процесу щодо деескалації конфлікту та мінімізації його наслідків для морського господарства, припинення окупації РФ морських просторів України має стати підґрунтям нових наукових досліджень [3].

Список літератури

1. Закон України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» від 15 квітня 2014 р. № 1207-VII [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1207-18/ed20140927

2. Постанова Верховної Ради України Про Рекомендації парламентських слухань на тему: «Стратегія реінтеграції в Україну тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим та міста Севастополь: проблемні питання, шляхи, методи та способи» від 22.09.2016 № 1602-VIII [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1602-19

3. Бабін Б., Плешко Е. Правовий режим тимчасово окупованої території України в Чорному і Азовському морях і в Керченській протоці [Текст] // Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України – 2016. - №2. – С. 212-125

4. Каракаш И.И. Международно-правовые основы сотрудничества причерноморских государств в сфере охраны вод чёрного моря [Електронний ресурс] - Режим доступу: // http://www.eco-mir.net/show/961/

5. Карамушка В. Стратегічне екологічне партнерство в басейні Чорного моря: структура і цілі [Електронний ресурс] - Режим доступу: // Рідна природа – 2007 - №1 // http://ridnapriroda.com/number.html?n=35

ПРАВОВИЙ РЕЖИМ ПОРТОВОГО ОПЕРАТОРА

Ломакіна О.А. канд. юрид. наук, доцент, доцент кафедри морського та господарського права факультету морського права НУК імені адмірала Макарова
Дубинський О.Ю. канд. юрид. наук, декан факультету морського права НУК імені адмірала Макарова

Питання розвитку морегосподарського комплексу України є надзвичайно актуальним, оскільки не зважаючи на кризові явища в економіці України, саме ця галузь не занепадає, а навпаки, збільшуються обсяги перевалки різноманітних вантажів. Відповідно, чітке розуміння правового статусу суб'єктів, що працюють в цій сфері є вкрай важливим. Завданням дослідження є з'ясування поняття та правового статусу портового оператора (стивідорної компанії).

Відповідно до наказу Мінінфраструктури № 348 від 05.06.2013 р. «Про затвердження Правил надання послуг у морських портах України», портовий оператор (стивідорна компанія) - суб'єкт господарювання, що здійснює експлуатацію морського термінала, проводить вантажні операції, обслуговування та зберігання вантажів, обслуговування суден і пасажирів, а також інші пов'язані з цим види господарської діяльності.

Відповідно до п.11 ст.1 Закону України «Про морські порти України» портовий оператор (стивідорна компанія) - це «суб'єкт господарювання, який здійснює експлуатацію морського терміналу, проводить вантажно-розвантажувальні роботи, обслуговування та зберігання вантажів, обслуговування суден і пасажирів, а також інші пов'язані з цим види господарської діяльності». Пункт 7 ст.1 цього Закону визначає, що морський термінал - це «розташований в межах морського порту єдиний майновий комплекс, що включає технологічно пов'язані об'єкти портової інфраструктури, в тому числі причали, підйомно-транспортне та інше обладнання, які забезпечують навантаження-розвантаження і зберігання вантажів, безпечну стоянку і обслуговування суден і пасажирів.

В березні 2017 року Адміністрація морських портів конкретизувала критерії та документи, необхідні для отримання статусу портового оператора, направивши відповідне роз'яснення філіям підприємства.

Обов'язкові умови для роботи портових операторів встановлені Законом про морські порти України. Фахівці АМПУ також виділили ряд важливих критеріїв, що впливають на безпечну роботу в морському порту, яким має відповідати портовий оператор. Перш за все, це дотримання вимог безпеки мореплавства, екологічної безпеки, норм з обслуговування та зберігання вантажів, у тому числі підготовлені робочі технологічні карти (РТК) на перевалку різних видів вантажів.

Також портовий оператор повинен нести відповідальність за охорону портових засобів, дотримуватися норм охорони праці під час проведення робіт і експлуатації механізмів підвищеної небезпеки. Крім того, законодавство накладає значні вимоги до поведінки співробітників портового оператора при роботі з небезпечними вантажами і до наявності необхідних протипожежних засобів.

Таким чином, портовий оператор має забезпечити обслуговування та зберігання вантажів, а також безпечну стоянку та обслуговування суден і пасажирів в морському порту.

Тільки після перевірки адміністрацією морського порту відповідності всім необхідним критеріям компанія може отримати статус портового оператора і укласти договір на отримання спеціальної послуги доступу до причалу.

Серед документів, визначених Мінінфраструктури, як такі, що необхідні для отримання статусу портового оператора, закріплено наступний перелік:

- документи, що підтверджують наявність у користуванні підйомно-транспортного та іншого аналогічного устаткування;
- договір використання складських приміщень на території порту (у разі якщо здійснення перевалки вантажу по робочій технологічній карті (далі – РТК) здійснюється за прямим варіантом, наявність такого договору не обов'язкова);
- дозвіл на викиди забруднюючих речовин;
- РТК, узгоджена Державною екологічною комісією (*робоча технологічна карта – це технологічна документація, що розробляється в порту на підставі карт типових технологічних процесів для кожного вантажу (групи однорідних у технологічному відношенні вантажів) і в сукупності охоплює всю номенклатуру вантажів, які перевантажуються в порту за затвердженими технологічними схемами*);
- план охорони портового засобу або письмове зобов'язання виконувати план охорони портового засобу;
- свідоцтво (сертифікат), що підтверджує рівень знань працівників суб'єктів перевезення небезпечних вантажів, видане працівникам портового оператора (в разі, якщо оператор планує обробляти небезпечні вантажі);
- дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки;
- посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці портового оператора;

- документ про відповідність матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки, та в певних випадках, позитивний висновок за результатами експертизи протипожежного стану підприємства, об'єкту чи приміщення;
- угода на аварійно-рятувальне обслуговування з аварійно-рятувальними службами, які пройшли атестацію в установленому порядку;
- план реагування на надзвичайні ситуації або інструкції з дій персоналу підприємства в разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій.

Таким чином, спочатку суб'єкту господарювання необхідно отримати статус портового оператора, а після цього може бути укладений договір на отримання спеціальної послуги доступу до причалу. На отримання необхідних документів необхідно витратити більше 1 млн. грн., при цьому не маючи жодних гарантій, що договір може бути укладений. Крім цього, для розробки РТК, треба чітко усвідомлювати які види вантажів і в якому обсязі будуть перевалюватися стивідорною компанією.

Підсумовуючи вищевикладене можна дійти до висновків, що незважаючи на чітке та однозначне визначення портового оператора в законодавчих актах, на практиці отримати суб'єкту господарювання такий статус є питанням досить проблематичним.

Список використаних джерел

1. Наказ Мінінфраструктури № 348 від 05.06.2013 р. «Про затвердження Правил надання послуг у морських портах України»
2. Закон України «Про морські порти України» від 17.05.2012 , №4709-VI Остання редакція від 11.08.2013. Внесення змін (закон від 04.07.2013 N 406-VII /406-18/)
3. Текст з екрана – [Режим доступу] - http://logist.fm/news/ampu-viznachila-kriteriyi-ta-dokumenti-neobhidni-dlya-otrimannya-statusu-portovogo-operatora

УДК 341.225

ПРАВОВИЙ СТАТУС ВІЙСЬКОВОГО КОРАБЛЯ У СУЧАСНОМУ МІЖНАРОДНОМУ МОРСЬКОМУ ПРАВІ

Дмитриченко І.В., канд. юрид. наук, доцент,
Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Прийняття універсального міжнародного договору – Конвенції ООН з морського права 1982 р. (Конвенції 1982 р.), яку по праву називають «Конституцією морів і океанів» (16 листопада 2014 р. виповнилося 20 років з моменту набуття чинності Конвенції), підтвердило існуючий правовий статус військових кораблів, витоки якого виходять ще із класичного міжнародного морського права. Однак не зважаючи на всеосяжність конвенційних положень окремі держави інтерпретують та застосовують її базові приписи на власний розсуд, що іноді призводить до порушення сталого правопорядку у Світовому океані і викликає міждержавні суперечки. Зокрема поширеними прикладами порушень є обмеження права мирного проходження військових кораблів через територіальне море прибережної держави. Втім, ще на І Конференції ООН з морського права (проходила з 24 лютого до 27 квітня 1958 р. у Женеві), представник делегації Італії назвав право мирного проходження іноземних військових кораблів через територіальне море прибережних держав «найстарішою нормою міжнародного права, що ґрунтується на ввічливості», а представник Великої Британії вважав це право «традиційною нормою» [2].

Потрібно враховувати, що не всі держави-учасниці І Конференції ООН з морського права підписали і ратифікували Женевську конвенцію про територіальне море і прилеглу зону 1958 р., деякі зробили застереження щодо права мирного проходження військових кораблів. Зокрема в застереженні СРСР до ст. 23 Женевській конвенції про територіальне море і прилеглу зону 1958 р. було зазначено, що Уряд СРСР вважає, що прибережна держава має право встановлювати дозвільний порядок проходження іноземних військових кораблів через його територіальні води. У наступному значна кількість держав встановила дозвільний порядок проходження іноземних військових кораблів через своє територіальне море, що в певній мірі обмежило міжнародне судноплавство. Тому ІІІ Конференція ООН з морського права розробила чіткі універсальні норми щодо права мирного проходження (innocent passage) через територіальне море всіх суден, включаючи військові кораблі (ст.ст. 30-32 Конвенції 1982 р.), що стало позитивним кроком в кодифікації і прогресивному розвитку інституту територіального моря в цілому.

Виникають спірні питання між державами щодо правомірності військово-морської діяльності у виключній економічній зоні (ВЕЗ). Так, у березні 2009 р. в Південно-Китайському морі п'ять китайських кораблів оточили неозброєне військове судно морського спостереження «Бездоганний» («Impeccable», приписано до сьомого флоту США), і наказали йому залишити цей район. «Бездоганний» здійснював

картографування і відстеження морського дна близько сімдесяти п'яти морських миль на південь від острова Хайнань (Китай). Два з китайських суден перемістилися в межах восьми метрів від корабля США, змусивши його вжити заходів щодо запобігання зіткнень. «Бездоганний» вийшов з цього району, але повернувся на наступний день в супроводі американського ескадреного ракетного есмінця для свого захисту. Цей інцидент викликав напруженість у китайсько-американських відносинах, оскільки обидві країни звинувачували одна одну в порушенні міжнародного права. США протестували проти агресивного «переслідування» з боку китайських кораблів, у той час як Китай звинуватив американський корабель в незаконних діях у власній ВЕЗ [6]. Такий прикрий випадок підтверджує існування найбільш гострих розбіжностей в позиціях різних держав щодо права на здійснення військової діяльності в межах ВЕЗ. Це пов'язано з тим, що Конвенція 1982 р. не дає ніяких спеціальних прав прибережним державам щодо заборони або ж регулювання військово-морської діяльності в межах їхніх ВЕЗ. Окрім того, у Конвенції 1982 р. не визначено право на згадану діяльність у ВЕЗ будь-яких інших держав.

Метою даного дослідження є встановлення особливостей правового статусу військового корабля під час діяльності у морських просторах Світового океану, які мають різний юридичний статус і режим.

У конвенційних положеннях закріплено, що **військовий корабель** означає судно, що належить до збройних сил будь-якої держави і має зовнішні ознаки, які відрізняють такі судна її національності. Для того, щоб судно мало правовий статус військового корабля необхідно, щоб воно знаходилося під командою офіцера, який перебуває на службі уряду держави прапора військового корабля і включений до відповідного списку військовослужбовців чи еквівалентний документ, а екіпаж судна має бути підпорядкований військовій дисципліні (ст. 29 Конвенції ООН з морського права 1982 р.). Характер завдань і озброєння та ін. специфічні особливості військового корабля (бойові кораблі усіх класів і типів, у т.ч. підводні човни; кораблі спеціального призначення; допоміжні судна (зокрема, морські і рейдові судна забезпечення); торговельні судна, що переобладнані у військові кораблі і відповідають усім вимогам про звернення торговельних суден у військові тощо) не впливають на його правовий статус [1]. Слід зазначити, що від переобладнання торговельних суден у військові кораблі (під час війни) необхідно відрізняти озброєння торговельних суден у мирний час з метою самозахисту, що не створює для них прав та обов'язків військового корабля. Під час морської війни статус комбатантів поширюється також і на військові кораблі. Тому у якості комбатанта військовий корабель має право брати участь у морських боях проти супротивника, а члени екіпажу такого судна у разі захоплення їх супротивником мають користуватися правами військовополонених. Таке воююче судно може зазнавати нападів з боку супротивника і бути потопленим без жодного попередження [4].

Правове положення військового корабля визначається тим, що він має імунітет (сукупність прав і привілеїв, що надаються військовому кораблю незалежно від місця його знаходження) від влади будь-якої іноземної держави. Згідно міжнародних звичаїв імунітет військового корабля поширюється на спущені на воду шлюпки і катери, на підняті у повітря з військового корабля літальні апарати. У відкритому морі лише держава прапора може поширювати на військовий корабель дію своїх законів і правил. Військові кораблі користуються правом мирного проходження у територіальному морі іноземної держави як і торговельні судна інших держав (ст.ст. 17-26 Конвенції 1982 р.).

У внутрішніх водах і територіальному морі прибережної держави на військові кораблі іноземних держав не поширюється дія її кримінальної, адміністративної та цивільної юрисдикції. До іноземного військового корабля влада прибережної держави не має права застосовувати будь-які заходи примусу (затримання, арешт, обшук, конфіскація тощо). Наявність імунітету від іноземної юрисдикції не означає, що військовий корабель звільняється від обов'язків дотримання норм міжнародного права, що регламентують відносини прибережної держави з іноземним військовим кораблем, її законів і правил, зокрема, щодо безпеки судноплавства і регулювання руху суден, захисту навігаційних засобів і обладнання, збереження живих ресурсів моря у внутрішніх водах та територіальному морі.

Військовий корабель також не може порушувати суверенні права прибережної держави у виключній економічній зоні та в районі континентального шельфу. Якщо іноземний військовий корабель не дотримується законів і правил прибережної держави, що встановлені для проходження суден через територіальне море, та ігнорує відповідні вимоги про необхідність їхнього дотримання, прибережна держава може вимагати від нього негайно залишити територіальне море. У цьому випадку держава прапора військового корабля повинна нести міжнародну відповідальність за будь-яку шкоду та збитки, що заподіяні прибережній державі в результаті недотримання ним законів і правил, встановлених стосовно проходження через територіальне море, чи ін. норм міжнародного права. Під час перебування в іноземних водах військові кораблі звільняються від прямого митного та санітарного огляду, від сплати різних зборів, крім зборів за надання спеціальних послуг (лоцманські послуги, буксирування, швартування тощо). Проте товари, що розвантажуються з корабля на берег, як правило, підлягають митному догляду та обкладаються митом.

У відкритому морі військові кораблі мають право здійснювати акти влади над іноземними невійськовими суднами, що не мають імунітету, в суворо визначених Конвенцією ООН з морського права 1982 р. випадках, які є винятком із принципу виключної юрисдикції держави прапора щодо суден своєї національності. Дослідник класичного міжнародного морського права, німецький військовий юрист Ф. Перельс

у відомій праці, яку було видано у 1884 р. в Санкт-Петербурзі (в перекладі з німецької мови) зазначав, що «міжнародне право визнає, що кожна держава своїми органами, якими слід безперечно вважати військові судна, має право у відкритому морі переслідувати будь-яке порушення принципів міжнародного права; при цьому питання: ким здійснюються ці злочини або порушення, особливої ролі не відіграє. Потрібно тільки, щоб військові судна мали достатньо даних для переслідування винних» [3].

Зокрема військовий корабель, зустрівши у відкритому морі іноземне судно, яке не користується імунітетом, вправі здійснити його огляд (ст. 110 «Право на огляд» Конвенції 1982 р.), якщо є розумні підстави підозрювати, що: судно займається піратством; судно займається работоргівлею; судно займається несанкціонованим мовленням; судно не має національності; судно приховує свою національність. В цих випадках він може перевірити право судна на його прапор (ідентифікація судна) [5]. Військовий корабель для цього наближається до судна (право наближення) і вимагає показати прапор. Далі можуть бути наступні дії військового корабля – відвідування судна (право візиту). З цією метою він може направити шлюпку під командою офіцера до підозрюваного судна. Якщо після перевірки суднових документів підозри залишаються, представники від військового корабля вправі провести подальшій огляд на борту судна з відповідною обережністю. За вимогою офіцера військового корабля капітан судна зобов'язаний розкрити буд-яке суднове приміщення і надати необхідні пояснення. Відмова капітана судна від виконання законних вимог офіцера або перешкоджання цьому з боку членів екіпажа може виступати підставою для затримання судна. Якщо підозри залишаються необґрунтованими за умов, що оглянуте судно не здійснило буд-яких дій, які виправдовують ці підозри, йому мають бути компенсовані завдані збитки або шкода.

Право переслідування по «гарячому сліду» (ст. 111) іноземного судна може здійснюватися лише військовими кораблями або військовими літальними апаратами (в тому числі ін. суднами та літальними апаратами, які знаходяться на урядовій службі). Таке переслідування може бути розпочато, якщо компетентні органи прибережної держави мають достатні підстави вважати, що певне іноземне судно порушило закони і правила цієї держави. Переслідування повинно починатися тоді, коли іноземне судно або одна з його шлюпок знаходиться у внутрішніх водах, в архіпелажних водах, в територіальному морі або прилеглій зоні держави, що переслідує, і може продовжуватися за межами територіального моря (прилеглої зони) за умови, якщо воно не переривається. Військовий корабель розпочинає переслідування лише тільки після подачі зорового або звукового сигналу зупинитися, з дистанції, що дозволяє іноземному судну побачити або почути цей сигнал. Право переслідування по «гарячому сліду» застосовується mutatis mutandis (лат., з врахуванням відповідних відмінностей) до порушень у ВЕЗ або на континентальному шельфі прибережної держави. Переслідування повинно припинятися, якщо іноземне судно входить до територіального моря своєї держави або третьої держави. Також і захват піратського судна або піратського літального апарату у відкритому морі або в іншому місці поза юрисдикцією будь-якої держави може здійснюватися тільки військовим кораблем (військовими літальними апарати або суднами, що знаходяться на урядовій службі).

Порядок заходження і перебування іноземних військових кораблів у внутрішніх водах і портах, а також здійснення ними права мирного проходження через територіальне море, прибережні держави визначають правилами, що публікуються в установленому порядку. В Україні це питання врегульовано Законом «Про державний кордон України» від 4.11.1991 р. та «Правилами плавання і перебування в територіальному морі, внутрішніх водах, на рейдах та в портах України іноземних військових кораблів» (затверджені постановою Кабінету Міністрів України № 529 від 16 травня 1996 р.). Заходження іноземними військовими кораблями у внутрішні води, на рейди та порти України підрозділяються на такі візити: офіційні візити, які проводяться у зв'язку з важливими міжнародними і національними святами, при прибутті на іноземних військових кораблях глав держав (урядів) або з метою укріплення дружніх стосунків, а також у разі коли держави взаємно домовилися надати візиту офіційного характеру; неофіційні візити, що проводяться, як правило, з навчальними, науковими або іншими цілями неофіційного характеру і не супроводжуються особливо урочистими церемоніями; ділові заходження, що проводяться, головними чином, з метою матеріально-технічного забезпечення,

Підставою для допуску іноземних військових кораблів у ці води є попередній дозвіл Адміністрації Держприкордонслужби, якщо інший порядок не передбачений міжнародними договорами України. Такий дозвіл одержується дипломатичними каналами не пізніше ніж за 30 діб до передбаченого заходження, якщо спеціальною угодою не обумовлено інший порядок. Кількість іноземних військових кораблів однієї й тієї ж держави в одному порту України не повинна перевищувати трьох одиниць, причому найбільший термін перебування кожного іноземного військового корабля не може перевищувати 7 діб. Іноземні військові кораблі під час плавання і перебування в територіальному морі, внутрішніх водах, на рейдах та в портах України мають нести свій військово-морський або державний прапор, додержувати правил радіозв'язку, навігаційних, портових, митних, санітарних та інших правил, користуватися послугами лоцманської і криголамної служби (в тих районах, де лоцманське та криголамне проведення є обов'язковим). У межах водної території України іноземні військові кораблі не повинні заходити в ті райони, в яких забороняється їх плавання та перебування. Заходження і перебування іноземних підводних човнів (ін. транспортних засобів) в територіальному морі і внутрішніх водах України допускається тільки в надводному положенні. У разі вимушеного недодержання

іноземним військовим кораблем правил плавання і перебування у вказаних водах, у т.ч. на рейдах та в портах України, його командир повинен негайно повідомити про це адміністрацію найближчого порту України.

Висновки. Сучасне конвенційне міжнародне морське право надає право військовому кораблю здійснювати в певних випадках владні повноваження стосовно своїх та іноземних суден, що не володіють імунітетом, з метою підтримки міжнародного правопорядку в Світовому океані. Однак таке право поширюється тільки на ті військові кораблі, які відповідають визнаним у міжнародному праві ознакам. Міжнародне право не ставить правовий статус військового корабля в залежність від його озброєння. Конвенційні положення не розглядають озброєння військового корабля в якості однієї з його обов'язкових ознак. Відтак, статус військових кораблів мають не тільки бойові кораблі, призначені безпосередньо для ведення бойових дій, але й судна забезпечення, що виконують різного роду допоміжні завдання. Права і обов'язки військового корабля у відкритому морі та іноземних територіальних і внутрішніх водах регламентуються Женевськими конвенціями 1958 р., Конвенцією ООН з морського права 1982 р, іншими угодами, а також національним законодавством відповідних держав. Також існує проблема щодо правомірності права на здійснення іноземними військовими кораблями певної військової діяльності (зокрема щодо зльоту і посадки літальних апаратів з військових кораблів, ведення спостереження, збору розвідувальної інформації тощо) в межах ВЕЗ прибережних держав.

Список літератури

1. Дмитриченко І.В. Військовий корабель/ І.В. Дмитриченко// Енциклопедія міжнародного права: У 3 т./ редкол.: Ю.С. Шемшученко, В.Н. Денисов (співголови) та ін.; Інститут держави і права ім. В.М. Корецького НАН України. – Т.1. А–Д. – К.: Академперіодіка, 2014. – С. 506–508.
2. Очерки международного морского права/ Корецкий В.М., Колодкин А.Л., Николаев А.Н. и др. – М.: Госюриздат, 1962. – С. 116.
3. Перельс Ф.Современное морское международное право : соч. В 2-х ч. Часть первая «Состояние мира»/ Ф. Перельс ; пер. и доп. Г.К. Лилиенфельд ; сост. Е. В. Додин, С. А. Кузнецов, Т. В. Аверочкина, Д. А. Никиша ; вступ. слово акад. С. В. Кивалова. – Одесса : Фенікс, 2015. – С. 162.
4. Современное международное морское право и практика применения его Украиной. – К.: Наукова думка, 1995. – С. 296.
5. Шемякин А.Н. Право пользования морем (генезис структуры содержания). – Одесса: «Астропринт», 2004. – С. 165.
6. Geng J. The Legality of Foreign Military Activities in the Exclusive Economic Zone under UNCLOS //Merkourios, International and European Security Law. – 2012. – Vol. 28/Is.74. – P. 22.

УДК: 341.244.8

ДЕЯКІ ПИТАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НОРМАМИ ДОГОВОРУ ВОІВ ПРО АВТОРСЬКЕ ПРАВО

Дубова К. О.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Закінчення XX сторіччя ознаменувалось стрімким розвитком техніки та цифрових технологій. Глобальне розповсюдження мережі Інтернет зумовило і виникнення нового, цифрового, способу відтворення творів. Коли об’єкт знаходиться у цифровій формі, його дуже легко скопіювати та розповсюдити за допомогою комп’ютерних мереж серед необмеженого кола осіб. Відтворення творів таким способом дуже стрімко набувало глобальних масштабів, які загрожували нормальному комерційному використанню творів.

На Дипломатичній конференції Всесвітньої організації інтелектуальної власності (далі – ВОІВ) з деяких питань авторського права і суміжних прав, що проходила з 2 по 20 грудня 1996 року в штаб-квартирі ВОІВ у Женеві був прийнятий Договір ВОІВ про авторське право (далі – ДАП). ДАП став першим міжнародним документом, що регулює на міжнародному рівні питання охорони авторського права, який був прийнятий після перегляду в 1971 році Бернської конвенції про охорону літературних і художніх творів (далі – Бернська конвенція). Преамбула ДАПу містить положення-роз’яснення щодо обґрунтованості його прийняття: «Вважаючи за необхідне ввести нові міжнародні правила та більш чітке тлумачення певних існуючих правил з метою забезпечення адекватного вирішення питань, що виникають у зв’язку з економічним, соціальним, культурним та технічним розвитком…» [1].

У прес-коммюніке Генерального директора ВОІВ Каміла Ідріса, присвяченому набранню чинності Договору ВОІВ зазначено: «Захищаючи інтереси авторів в кібер-просторі, ДАП відкриває нові горизонти для

композиторів, художників, письменників та інших користувачів Інтернету, які можуть з упевненістю створювати, поширювати і контролювати використання своїх творів у цифровому середовищі» [2].

В статті 1 ДАП зазначено: «Цей Договір є спеціальною угодою в рамках значення Статті 20 Бернської конвенції про охорону літературних і художніх творів по відношенню до Договірних Сторін, які є членами Союзу, створеного цією Конвенцією. Цей Договір не має жодного відношення до інших договорів, крім Бернської конвенції, і не обмежує будь-які права та зобов'язання за будь-якими іншими договорами» [1]. Стаття 20 Бернської конвенції вказує, що «Уряди країн Союзу залишають за собою право вступати між собою в спеціальні угоди, коли ці угоди будуть надавати авторам більш широкі права, ніж встановлені цією Конвенцією, або будуть містити інші положення, які не суперечать цій Конвенції. Положення чинних угод, що відповідають цим вимогам, залишаються такими, що підлягають застосуванню» [3]. Таким чином можна зробити висновок про обов'язковий характер застосування норм ДАП.

У міжнародних договорах не використовується поняття «Інтернет» як середовище використання творів та об'єктів авторських прав, натомість використовується поняття «цифрове середовище» (для охоплення широкого кола комп'ютерних мереж) [4]. В свою чергу, узгоджена заява до статті 1 ДАП визначає, що право на відтворення, як воно визначено в Статті 9 Бернської конвенції, і винятки, що допускаються відносно цього права, повністю застосовується у цифровому середовищі і, зокрема відносно використання творів у цифровій формі. Таким чином можна стверджувати, що розміщення творів у мережі Інтернет є реалізацією такого майнового права, як права на відтворення [1].

Сам текст ДАП вказує про спеціальний характер в значенні Бернської конвенції. Характеризуючи ДАП можна зазначити, що його норми роз'ясняють окремі види об'єктів, що охороняються, та такі, які не підлягають охороні нормами авторського права, наприклад, в статті 2 прямо вказується: «Охорона авторських прав поширюється на форму вираження, а не на ідеї, процеси, методи діяльності або математичні концепції як такі» [1]. Хоча положення про неможливість охорони самих ідей без прив'язки до форми вираження є загальновизнаним, але текст ДАП все ж таки містить таке застереження, щоб запобігти у подальшому будь-які суперечки з даного приводу.

Згідно статті 5 Договору ВОІВ авторсько-правова охорона надається компіляціям даних або іншій інформації в будь-якій формі, які за підбором і розміщенням змісту є результатом інтелектуальної творчості. Така охорона не розповсюджується на самі дані або інформацію і не обмежує будь-яке авторське право, яке відноситься до самих даних або інформації, що містяться в компіляції. При чому у відсилці до узгодженої заяви щодо цієї статті також робиться посилання на Бернську конвенцію та Угоду TRIPS: «Сфера захисту компіляції даних (баз даних) відповідно до Статті 5 цього Договору, включаючи Статтю 2, співпадає зі Статтею 2 Бернської конвенції і відповідними положеннями Угоди TRIPS» [1].

Стаття 6 ДАП регламентує право на розповсюдження:

«(1) Автори літературних та художніх творів користуються виключним правом дозволяти розповсюдження серед широкої публіки оригіналу і примірників своїх творів шляхом продажу або іншої передачі права власності.

(2) Ніщо в цьому Договорі не впливає на свободу Договірних Сторін визначати, якщо вони існують, умови, за яких вичерпання права, зазначеного в пункті (1), застосовується після першого продажу або іншої передачі права власності на оригінал або примірник твору з дозволу автора» [1]. Згідно узгодженої заяви щодо статей 6 та 7 вирази «екземпляри» та «оригінал та екземпляри» відносяться виключно до записаних екземплярів, які можуть бути випущені в обіг у вигляді матеріальних об'єктів. Таким чином можна зробити висновок, що розповсюдження літературних та художніх творів у цифровій формі через комп'ютерні мережі даною статтею не регулюються.

Стаття 7 ДАП регламентує виключне право авторів комп'ютерних програм, кінематографічних творів та творів, втілених у фонограмах дозволяти комерційний прокат для публіки оригіналів або примірників своїх творів. Однак пункт 2 робить застереження, що положення не застосовуються по відношенню до комп'ютерних програм, якщо сама програма не є головним об'єктом прокату та по відношенню до кінематографічних творів, якщо тільки такий комерційний прокат не призводить до широкого копіювання таких творів, що завдає суттєвої шкоди виключному праву на відтворення.

Стаття 8 ДАП зазначає, що «…автори літературних і художніх творів користуються виключним правом дозволяти будь-яке розповсюдження своїх творів серед широкої публіки через дротові або недротові засоби зв'язку, включаючи розповсюдження своїх творів серед широкої публіки у такий спосіб, що представники публіки можуть мати доступ до таких творів у будь-якому місці і в будь-який час за їх власним вибором» [1]. В узгодженій заяві зазначається про право на повідомлення, яке передбачено ДАП та Бернською конвенцією, та вказується, що Договірна Сторона може застосовувати статтю 11 bis Бернської конвенції. В даній статті термін «розповсюдження серед широкої публіки» охоплює і випадки використання творів у цифрових мережах, в тому числі в Інтернеті.

Аналізуючи статті 6 – 8 ДАП можна дійти висновку, що майнові права авторів щодо розповсюдження, прокату та розповсюдження серед широкої публіки ніяким чином не суперечать існування інших авторських правомочностей.

Статтею 10 ДАП Договірним Сторонам надано право в своїх національних законодавствах передбачити норми щодо обмеження або винятки стосовно прав, що надаються авторам літературних та художніх творів. Узгоджена заява щодо цієї статті надає дозвіл Договірним Сторонам розширювати щодо цифрового середовища обмеження та винятки в своїх національних законодавствах, які вважаються прийнятими згідно Бернською конвенцією та знаходити нові обмеження та винятки, які є прийнятними у цифровому сітьовому середовищі.

Стаття 14 ДАП зобов'язує Договірні Сторони вжити заходів, необхідних для забезпечення застосування самого ДАП та заходів щодо забезпечення прав, які дозволяють ефективно протидіяти будь-яким актам порушення прав, включаючи термінові заходи для запобігання порушень та стримуючі засоби від подальших порушень.

Важливі положення ДАП, насамперед, пов'язані з розширенням охорони авторських прав з урахуванням нових цифрових технологій та встановлюють мінімальні норми та стандарти охорони авторських прав.

Таким чином, можна розглядати ДАП як спеціальну угоду в рамках Бернської конвенції, що конкретизує та деталізує норми останньої. Договір ВОІВ про авторське право накладає на Договірні Сторони зобов'язання щодо зміни національних законодавств та, в загальному вигляді, які саме заходи повинні бути прийняті.

Список літератури

1. Договір Всесвітньої організації інтелектуальної власності про авторське право прийнятий Дипломатичною конференцією 20 грудня 1996 року та положення Бернської конвенції (1971 р.), на які містяться посилання у Договорі (Договір ВОІВ про авторське право). Договір, Міжнародний документ від 20.12.1996 // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_770
2. Всемирная организация интеллектуальной собственности. Пресс-коммюнике. Присоединение 30-й страны к ключевому договору в области авторского права открывает путь к его вступлению в силу. Женева, 6 декабря 2001г. PR/2001/300(R). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.wipo.int/export/sites/www/pressroom/ru/prdocs/2001/wipo_pr_2001_300.pdf
3. Бернська конвенція про охорону літературних і художніх творів ВО інтелектуальної власності. Конвенція, Міжнародний документ від 24.07.1971 // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_051
4. Рекомендації для Інтернет-провайдерів, контент-провайдерів та користувачів файлообмінних мереж та інших веб-сервісів щодо правомірного використання об'єктів авторського права і суміжних прав у мережі Інтернет // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://sips.gov.ua/ua/ip.html?s=print

УДК 342.922

АДМІНІСТРАТИВНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ПРАВИЛ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ ТА ВАНТАЖІВ МОРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

Горбова Г. О., канд. юрид. наук,
Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова

Україна будучи державою яка має частиною своєї території морський простір, що складає більше ніж 1900 кілометрів, що зумовлює функціонування морських транспортних сполучень, заявила про свої наміри стосовно інтегрування у міжнародне співтовариство щодо морського транспорту, зокрема: підтримала Конвенцію ООН з морського права 1982 р., приєдналась до Конвенції з охорони людського життя на морі 1974 р. (SOLAS-74), Конвенції про Міжнародні правила запобігання зіткненню суден на морі 1972 р. (МППСС-72), Міжнародної конвенції про пошук і рятування на морі 1979 р. (SAR) тощо. Основними умовами функціонування морської держави та її інтегрування в міжнародну спільноту морських торгівельних та туристичних держав світу є дотримання умов безпеки на морському транспорті. Органом, який реалізує державну політику у сфері безпеки на морському та річковому транспорті (здійснює адміністрування морським і річковим транспортом) є Укрморрічінспекція, яка діє на підставі Положення, затвердженого Указом Президента України від 17 липня 2014 р. № 300 [1]. Відповідно до законодавства даний орган здійснює державний нагляд за безпекою на морському транспорті, одним із механізмів якого є застосування заходів адміністративної відповідальності за порушення перевезень пасажирів та вантажу морським транспортом.

Адміністративні порушення правил, норм та стандартів перевезення пасажирів та вантажів морським транспортом мають свій, властивий тільки їм юридичний склад, під яким розуміється встановлена законодавством сукупність об'єктивних і суб'єктивних ознак. Наявність цих ознак є обов'язковою, оскільки діяння без таких ознак не є проступком. Пункт 1 ст. 247 КУпАП визначає, що провадження в справі про

адміністративне правопорушення не може бути розпочато, а розпочате підлягає закриттю в разі відсутності події і складу адміністративного правопорушення.

Попри досить вагомі показники застосування заходів адміністративної відповідальності за вчинення правопорушень в даній сфері, значна їх частина залишається невиявленою (латентною), що зумовлено, у тому числі, складностями в їх нормативному визначені та механізмі застосування заходів адміністративної відповідальності за їх вчинення. Так, існує потреба в систематизації норм, які встановлюють адміністративну відповідальність за порушення порядку та безпеки перевезень вантажів та пасажирів морським транспортом, законодавчої деталізації складів таких правопорушень, ефективності адміністративних санкцій, встановлення чітких критеріїв відмінності їх від кримінальних правопорушень.

Адміністративні санкції мають широкий діапазон альтернативних стягнень. Це дає змогу правозастосовному органу (посадовій особі), що розглядає адміністративні правопорушення, більш об'єктивно визначитися із застосуванням того чи іншого стягнення з урахуванням особи правопорушника, його майнового стану, поведінки після вчинення проступку, характеру проступку тощо. [2]

Адміністративне стягнення, як зазначено у ст. 23 КпАП, є мірою відповідальності, але застосування адміністративної відповідальності у сфері перевезення пасажирів та вантажів морським транспортом характеризується особливостями її юридичної природи, специфікою багатоманітності суспільних відносин на транспорті, встановленням адміністративно-правових санкцій за порушення норм не тільки у сфері виконавчо-розпорядчої діяльності, а й норм суто транспортного та інших галузей права. Це зумовлено тим, що: - по-перше, диспозиції багатьох правових норм, якими передбачена адміністративна відповідальність, як і в кримінальному праві, є бланкетними. Тому при застосуванні заходів адміністративного стягнення необхідно звертатися до інших нормативних актів, окремих технічних норм, які встановлюють правила охорони, порядку і безпеки руху транспортних засобів (наприклад, Правила руху в портах, визначених Законом України «Про морській порти»); по-друге, морський транспорт є джерелом підвищеної небезпек» (ч. 3 ст. 6 Закону «Про транспорт») і тому поряд з притягненням винних осіб до адміністративної відповідальності застосовуються заходи адміністративного впливу (заборона випуску морських транспортних засобів, припинення діяльності, відсторонення від керування морськими транспортними засобами та інші міри адміністративного попередження та припинення); по-третє, справи про окремі адміністративні проступки у сфері перевезення пасажирів та вантажів морським транспортом на відміну від інших проступків можуть розглядатися не тільки за місцем вчинення правопорушення, а й за місцем обліку транспортних засобів або за місцем проживання порушника, що не пов'язує правозастосовний орган та правопорушника у просторі; по- четверте, адміністративна відповідальність, на відміну від кримінальної чи цивільно-правової, встановлюється за протиправну, винну дію, яка не пов'язана з настанням шкідливих наслідків. [3]

Зазначені особливості відокремлюють адміністративну відповідальність у сфері перевезення пасажирів та вантажів морським транспортом від інших видів юридичної відповідальності, надають їй гнучкого, оперативного і своєчасного реагування на негативні, протиправні прояви з боку порушників.

Список використаної літератури

1. Положення про Державну інспекцію України з безпеки на морському та річковому транспорті: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 липня 2014 р. № 300 // Офіційний вісник України від 15.08.2014. - 2014. - № 63. - С. 295. – Ст. 1740.
2. Лук'янець Д. М. Інститут адміністративної відповідальності: проблеми розвитку: монографія / Д. М. Лук'янець. – К.: Ін-т держави і права ім. В. М. Корецького НАН України, 2001. – 220 с.
3. Якимов А. Ю. Статус субъекта административной юрисдикции / А.Ю. Якимов // Государство и право. -1996. -№ 8. -С. 100—111.

УДК 343.13

КАПІТАН СУДНА ЯК СЛУЖБОВА ОСОБА, УПОВНОВАЖЕНА НА ВЧИНЕННЯ ПРОЦЕСУАЛЬНИХ ДІЙ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРОВАДЖЕННІ

Сікорський О. П., к. ю. н., доцент
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна – велика європейська морська держава, що має давні морські традиції і історію та власне морське законодавство, яке закріпило базові норми міжнародного морського права.

На сьогодні, більшість основних національних нормативних актів України у сфері морського права регулюють питання щодо: використання суден для перевезення вантажів або пасажирів, визначення порядку

реєстрації та експлуатації морських суден, закріплення правила комплектування суден екіпажами, організації та забезпечення безпеки мореплавства та ін. Однак, питання дотримання правопорядку та притягнення правопорушників до кримінальної відповідальності на морських суднах, які перебувають у далекому плаванні чи у внутрішніх водах країни, регулюються нормами кримінально-процесуального права.

Важлива роль в даному аспекті відводиться повноваженням капітану судна, як службовій особі, уповноваженій на вчинення процесуальних дій у кримінальному провадженні [1, ст. 67]. Зокрема, за капітаном, відповідно до Кодексу торговельного мореплавства України (в подальшому – КТМ), закріплений особливий правовий статус, який наділяє останнього функцією кримінального переслідування. Так, у разі вчинення кримінального правопорушення на повітряному, морському чи річковому судні, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні, капітан судна України має право вчиняти процесуальні дії та здійснювати законне затримання особи в порядку і на строк відповідно до Кримінального процесуального кодексу України (далі – КПК) [2, ст. 519, 520].

Водночас, якщо капітан судна є потерпілим внаслідок вчинення відповідного кримінального правопорушення, він, згідно ч. 2 ст. 519 КПК, зобов'язаний призначити іншу службову особу, уповноважену на вчинення процесуальних дій. При цьому виникає питання про те, яка саме службова особа зобов'язана розпочати розслідування та здійснювати необхідні процесуальні дії.

Аналогічні повноваження капітана судна визначені також і в п. 1.3 Інструкції про порядок проведення процесуальних дій під час кримінального провадження на морському чи річковому судні України, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні [3].

Факт початку досудового розслідування розпочинається відповідно п. 3 ст. 214 та ст. 520 КПК. Тобто, капітан судна має право провести невідкладні процесуальні дії в разі виявлення правопорушення до внесення відомостей про нього в Єдиний реєстр досудового розслідування, які обов'язково в подальшому вносяться при першій можливості.

Відповідно до ч. 2 ст. 520КПК України, капітан судна уповноважений на:

- Застосування заходів забезпечення кримінального провадження у вигляді тимчасового вилучення майна, здійснення законного затримання особи в порядку, передбаченому КПК України. При цьому, капітан судна України має право затримати особу на строк, необхідний для її доставлення на територію України для передачі до підрозділу органу державної влади на території України, уповноваженого на тримання затриманих осіб і повідомлення про факт законного затримання слідчому органу досудового розслідування за місцем проведення досудового розслідування в Україні.
- Проведення слідчих (розшукових) дій у вигляді обшуку житла чи іншого володіння особи і особистого обшуку без ухвали суду, огляду місця вчинення кримінального правопорушення в порядку, передбаченому КПК України.

Зазначені вище, процесуальні дії під час кримінального провадження, докладно описуються у відповідних процесуальних документах, а також фіксуються за допомогою технічних засобів фіксування кримінального провадження, крім випадків, коли таке фіксування неможливе з технічних причин [2, ст. 520, 521].

В свою чергу, досудове розслідування кримінального правопорушення, вчиненого 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, здійснюється слідчим органу досудового розслідування, юрисдикція якого поширюється на територію місцезнаходження порту приписки.

Отже, враховуючи вище сказане, можна зробити висновок, що порядок здійснення кримінального провадження на морському судні, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні врегульовано на належному законодавчому рівні.

Список літератури:

1. Кодекс торговельного мореплавства України [електронний ресурс]: закон України № 176/95-ВР від 23.05.1995 р. // Офіційний веб-сайт Верховної Ради України – Законодавство України. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/176/95-%D0%B2%D1%80/paran376#n376.

2. Кримінальний процесуальний кодекс України [електронний ресурс]: закон України № 4651-VI від 13.04.2012 р. // Веб-сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4651-17.

3. Інструкція про порядок проведення процесуальних дій під час кримінального провадження на морському чи річковому судні України, що перебуває за межами України під прапором або з розпізнавальним знаком України, якщо це судно приписано до порту, розташованого в Україні [електронний ресурс]: наказ Генерального прокурора України № 112 від 14 листопада 2012 р. Веб-сайт Генеральної прокуратури України. — Режим доступу: http://www.gp.gov.ua/ua/nla.html.

УДК 341.225.3:347.791.3(09)(043.2)

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ОГЛЯД ФОРМУВАННЯ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ДЕРЖАВИ-ПРАПОРУ СУДНА ЗА ЕКІПАЖ І СУДНО

Вишневський В.Л., Костиря О.В.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Історичне дослідження процесу формування відповідальності держави-прапору судна за екіпаж та судно сприяє визначенню основних тенденцій даного інституту та, накопиченню досвіду, з метою формування вдалих алгоритмів поведінки.

Як стверджує Д. Коломбос "юрисдикція, яку держава може правомірно здійснювати над суднами, які плавають у відкритому морі під її прапором, – це юрисдикція над особами і майном її громадян, а не територіальна юрисдикція. Підстава такої юрисдикції виникає з того факту, що судна є майном, що знаходиться у місці, де не існує ніякої місцевої юрисдикції" [1, С. 249].

Для розкриття цієї проблеми хотілося би в першу чергу зупинитися на специфіки суспільних відносин що складалися на суднах у домодерні часи. Дійсно відносини на суднах у цей період були дуже специфічними і залежали від цілого ряду факторів. Вони навіть не завжди відповідали канонам церкви. Наприклад, усім відомо висловлювання з Нового Завіту "хто ударить тебе в праву щоку твою, оберни до нього й іншу" Матфей (V, 39). Якщо звернутися до статті 12 Чорної книги Адміралтейства то можна знайти такий запис "якщо капітан ударить будь-кого зі своїх матросів, матрос зобов'язаний витерпіти перший удар, будь він кулаком, або відкритою долонею, але якщо він ударить ще раз, то можна захищатися; і якщо матрос ударить капітана, платить п'ять шилінгів або втрачає кулак. Такий вирок" [2, С. 228].

Згідно статті 6 цього джерела "моряки зв’язані зі своїм капітаном, і ніхто не може зійти з судна без дозволу капітана …". На перший погляд кабальні умови, однак, у цьому ж документі, ми можемо знайти й витоки сучасних міжнародних конвенцій прийнятих під егідою Міжнародної організації праці, спрямовані на захист соціальних інтересів моряків, у яких робиться прив’язка до законодавства саме держави прапору. Зокрема, стаття 7 Чорної книги адміралтейства вказує "якщо будь-який моряк захворіє на судні, на якому він несе службу, капітан зобов’язаний відпустити його з судна, знайти йому житло … приставити до нього особу з судна, щоб піклувалася за ним, чи знайти жінку для догляду, і надати йому стільки їжі скільки він мав на судні будучі здоровим … і якщо він видужає то має свій найом в оплаті й відрахуваннях того, що капітан витратив на нього. А якщо він помре, то його жінка чи інший родич, чи його друг, повинні получити це за нього. Такий вирок" [3, С. 227].

У цьому ж документі (ст. 17) можна знайти правила, що стосуються прав матросів в залежності від їх "національності". [3, С. 229].

Статтею 35 документу передбачалося суворе покарання за порушення встановлених "законом і звичаєм моря" норм що стосуються салютів судну на якому знаходиться особа призначена Загальною Радою Королівства. [3, С. 231].

Цілий ряд статей Чорної книги Адміралтейства присвячено питанням рятування судна і майна, що знаходиться на судні, а також звільненню від відповідальності й винагороді за порятунок. Зокрема це стосується статей 3, 4, 8, 9, 28 й інших.

Як стверджує О.М. Луговий до перших 24 статей рукопису Чорної книги Адміралтейства, що зберігається в Уайтхоллі, прикріплена назва "Закони Олерону", тому не може бути ніякого сумніву у ідентичності цих статей з найбільш старою версією Свитків Приговорів Олерону. Отже, це свідчить про те, що ці правила почали застосовуватися ще на декілька століть раніше і "вони стали ядром морського законодавства Англії, Франції, Шотландії, Фландрії, Пруссії і Кастилії; Закони Вісбі були багато в чому копією Свитків Олерону. По сей день на Закони Олерону посилаються у судах США" [3, С. 221]. Підтвердженням більш раннього походження цього документу є і наступне твердження, що Олеронські правила "мали великий вплив на Закони Вісбі, чи морські закони острова Готланда – збірник, яких складався з трьох частин, одна з котрих являє собою іншу редакцію Олеронських правив поряд з витягом із законів міста Амстердама і статутів ганзейського міста Любека" [4, С. 91].

Отже наведені приклади мають безпосереднє відношення до юрисдикції над особами, що є членами екіпажу і їх майном на яку вказує Д. Коломбос. На наш погляд, саме ця юрисдикція у подальшому стає підґрунтям одного з елементів реального зв’язку судна з державою прапора яке виявляється через зв'язок з екіпажем і майном.

Перші спроби врегулювання суспільних відносини, що виникають у процесі використання людиною Світового океану відносяться ще до античного періоду. Характерною ознакою нормативних документів того часу було те, "що вони хоча і не були санкціоновані будь-якою суверенною владою, проте поступово набували обов’язкового характеру, добровільно визнались купцями і торговцями всіх націй … майже всі вони в основному містили норми, регулюючі відносини майнового характеру, що виникали в процесі торговельного

мореплавства" [5, С 147]. Одним з найстаріших інститутів того часу був інститут загальної аварії, якому в юридичній літературі присвячено чимало уваги.

Але жоден з авторів, які досліджували інститут загальної аварії, не звертали увагу на елементи зв'язку судна з державою у цьому інституті, які виявляються через внутрішнє право держави у процесі реалізації норм, що стосуються загальної аварії.

Не можна обійти і "так зване "берегове право", що зародилося в середні століття і фактично узаконювало грабіж мореплавців. Феодали використовували береги для того, щоб обкладати поборами морський промисел і привласнювати все те, що залишалося після аварії судна і викидалося на берег" [5,С 34].

Дійсно у середні століття, суверен, під владою якого опиняються певні водні простори, мав право на всі предмети, що потрапляли з моря до берега внаслідок аварії судна. Майно іноземця було позбавлене правового захисту. Способи боротьби з такою ситуацією ілюструють бажання держави втручатися у цю ситуацію. У XI-XVI ст. Венецією, Пізою, Генуєю, Францією та іншими державами було укладено велику кількість угод, спрямованих на скасування берегового права [6, С. 73]. У боротьбі з береговим правом брала активну участь і католицька церква. Лютеранський (1079 р.) та Нантський (1127 р.) собори прийняли рішення про відлучення від церкви тих, хто застосовував берегове право. Законодавство Візантії передбачало смертну кару за пограбування викинутих на берег суден [7, С. 79]. Аналогічній положення існували й в законодавстві інших держав.

Як стверджує О.М. Шемякін з посиланням на науковців у юридичній літературі існують різні точки зору щодо питання існування берегового права в Київській Русі. Так у працях Ф.І. Кожевникова, С.В. Юшкова, І.Е. Клейненберга відстоюється точка зору, відповідно до якої договори князя Олега 911 р. та князя Ігоря 944 р. були спрямовані на скасування берегового права. У роботах П.В. Саваськова та В.В. Демиденка взагалі заперечується сам факт існування берегового права в Київській Русі [5,С 29].

На якомусь етапі розвитку суспільства держава починає приділяти більш ретельну увагу членам екіпажів своїх суден, що виявляється, з одного боку, у створенні сприятливих умов для залучення у члени екіпажу, з іншого, встановлення для них певних обмежень. Так, як зазначає професор Імператорського Новоросійського університету О.Ф. Федоров "в залежності від тенденцій уряду сприяти розвитку національного водоходства, а також забезпечити необхідний контингент особового персоналу для казенних суден, законодавства, з однією сторони, огороджують інтереси службовців у комерційному флоті, створюючи для них деякі привілеї з метою залучення на цю службу, а з іншої – визначають склад суднового екіпажу у розумінні національності його членів" [8, С.102].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коломбос Д. Международное морское право: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1975. – 784 с.
2. Луговой О.М. Кодекс Олерона. Черная книга Адмиралтейства: Приговоры // Морское право: актуальные вопросы теории и практики: Сб. науч. тр. – Вып. 2. – Одесса: Издат-Информ ОНМА, 2005. – С. 221-235
3. Луговой О.М. Кодекс Олерона. Черная книга Адмиралтейства: Приговоры // Морское право: актуальные вопросы теории и практики: Сб. науч. тр. – Вып. 2. – Одесса: Издат-Информ ОНМА, 2005. – С. 221-235
4. Раков О.Е. Некоторые правовые аспекты в истории развития торгового мореплавания // Морское право: история, современность, перспективы развития: Сб. науч. тр. № 1. – Одесса: Издат-Информ ОНМА, 2002. – С. 106–112
5. Шемякін О. До 20-річчя прийняття Конвенції Організації Об'єднаних Націй з морського права 1982 р. // Право України. – 2002. – № 4. – С.147–150
6. Мейчик Д.М. Русско-византийские договоры // Журнал Министерства Народного Просвещения. – 1916. – № 11. – С. 73.
7. Саваськов П.В. Нормы международного морского права в договорах древнерусского государства, заключенных с Византией в X в. // Вестник Московского университета. – 1973. – № 4. – С. 77–83
8. Федоров А.Ф. Морское право. – Одесса: Феникс, 2008. – 332 с.

УДК 347.79

APPLICATION OF THE PARIS MEMORANDUM OF UNDERSTANDING ON PORT STATE CONTROL AND UKRAINE

Karimberdyiev Roman V., student of the specialty «System engineering of marine infrastructure»,
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Mykolaiv

To ensure the safety of sea merchant ships and the preservation of the environment, coastal States have the right to control sea merchant vessels entering its territorial waters and ports. Inspections should be conducted in equal conditions - without infringement of the rights and discrimination of the flag state. Port State Control (PSC) was created for supervision by state inspection led by a Harbour Master with extended powers, up to the vessel detention in case if needed.

According to the general rules, the inspection can be carried out once at six months. At the same time, if there were serious violations during the inspection, then the visit of the PSC inspectors in the next port can not be avoided.

The main points that are checked by the port inspection are:

- the technical condition of the vessel should ensure safe navigation for people, the safety of goods, the inadmissibility of causing harm to the environment;
- professional training of the crew, the correspondence of the number of personnel to the class of the vessel;
- availability of properly issued documents for the ship and cargo;
- Compliance with the requirements of sanitary-quarantine service.

Port State Control contributes all information about vessels to a common electronic database in accordance with international agreements. Even before the ship enters the coastal waters, one can learn all its advantages and disadvantages.

In accordance with the Association Agreement between Ukraine and the European Union, the European Atomic Energy Community and their States Members, Ukraine has undertaken to implement the Directives 2009/15 / EU of the European Parliament as common rules and standards for ships inspection, as well as other joint actions by Maritime Administrations. These based on experience of the Paris Memorandum. Thus, Ukraine has an obligation to comply with the requirements of the Paris Memorandum. The full name of the Paris MOU is Paris Memorandum of Understanding on Port State Control.

The first regional agreement in the field of control of shipping safety, known as the Paris Memorandum, was concluded in 1982 between 14 European states.

Today, the participants of the Paris MOU are 27 countries: Belgium, Bulgaria, Canada, Croatia, Cyprus, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russian Federation, Slovenia, Spain, Sweden and the United Kingdom. [1] Ukraine is not a part of it, although Ukraine is included in the rating that is drawn in accordance with this agreement.

The Paris Memorandum of Understanding on Port State Control (Paris MoU) published white, gray and black lists, which in force from July 1, 2017. The lists were drawn up following an inspection conducted in 2016, the results of which were approved at the 50th Paris MoU meeting in Paris. Out of the 73 port states on the list, 42 are in the white list, 12 in black, and 19 are on the gray list. Judging by the current trend, it is possible that Ukraine, in 2017, the closing list of countries from the gray list, next year will fall into the black list of Paris MoU. For comparison: in 2014, Ukraine was the second in the gray list, and in 2015 was on the tenth position in this list, that is, in two years the country slid to the last place in the gray list. [2]

The white list is opened by the Cayman Islands, France, Denmark, the Netherlands and the Bahamas. The lower lines in the black list are occupied by Congo, Tanzania, Togo, Moldova and the Comoros. South Korea moved from the white list to gray, and from the gray to the black dropped Palau and Vanuatu. The Grenadines and Saint Vincent, on the other hand, rose from the black to the gray list. When compiling the lists for each port state, the total number of ship detentions for a three-year period and the results of not less than 30 inspections for the same time are estimated. The Paris MoU Committee also determines which classification societies will be given the status of "recognized organizations" (RO). The organization must conduct at least 60 inspections before its ratings will be reviewed by Paris MoU in the rating. In 2016, the list includes 33 RO. Ukraine in this list is on the penultimate level.

Foreign merchant ships that enter the port or are on a roadstead in its water area must meet the requirements of international conventions. In particular, vessels are inspected for compliance with the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 74), the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships MARPOL 73/78, the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 (STCW-STCW) with the Manila Amendments and a number of other conventions.

The "white list" of the Paris Memorandum of Understanding includes states with a low number of arrests of ships. Aboard the foreign vessels in the ports of the countries that signed the Paris memorandum, more than 18,000 inspections are carried out annually. Such a package of measures ensures international security, the reliability of

ships and their compliance with environmental standards, the appropriate conditions for the work and residence of the team. The action of the Paris MoU extends to the waters of the European coastal states and the North Atlantic basin from North America to Europe.

For Ukraine all described facts should be an alarm because the weakening of control over the ships due to increasing level of corruption could lead to the flag being on the black list of the Paris Memorandum.

Список літератури:

1. Organisation – Electronic data. – Mode of access: World Wide Web: https://www.parismou.org/about-us/organisation. – Title from the screen.
2. White List, Grey List, Black List – Electronic data. – Mode of access: World Wide Web: https://www.parismou.org/sites/default/files/2015%20White%2C%20Grey%20and%20Black%20Flags%20List.PDF. – Title from the screen.
3. Меморандум про взаєморозуміння щодо контролю державою порту у Чорноморському регіоні від 07.04.2000 [Електронний ресурс] – [Веб-сайт] – Електронні дані. – Офіційний сайт Верховної Ради України – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/998_441– Назва з екрана.

УДК 656.61:347.2(043.2)

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ І РЕГЛАМЕНТУВАННЯ МАЙНОВОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ У ТОРГІВЕЛЬНОМУ МОРЕПЛАВСТВІ

Аврамова А.С.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Загальні питання юридичної відповідальності у міжнародному морському торговельному праві вирішуються міжнародним морським приватним правом. Велике значення в області вирішення питань цивільно-правової відповідальності при здійсненні міжнародних морських перевезень має практика використання колізійних норм.

За завдану під час експлуатації судна шкоду судновласник може нести повну, обмежену або солідарну відповідальність, а за своїми зобов'язаннями він відповідає майном, що йому належить, і на яке, згідно з чинним законодавством України, може бути накладено стягнення (ст. 348 КТМ України). Слушною є думка Г. Анцеловича про те, що найчастіше обов'язок ліквідувати шкоду має вигляд матеріальної відповідальності, а власне відповідальністю є «обов'язок суб'єкта ліквідувати шкоду, заподіяну ним іншому суб'єкту права» [4, с. 215].

Також судновласникові повністю належить право розпорядження судном. Відповідно, він має право укладати договір морського страхування щодо будь-якого об'єкту, який представляє собою певний майновий інтерес. Ще одним суттєвим складовим явищем на водному транспорті є відповідальність судновласника перед третіми особами, сума претензій від яких може навіть перевершувати збиток, нанесений судну самого страхувальника.

До таких ризиків можна, зокрема, віднести відповідальність за: зіткнення застрахованого судна з іншими судами; пошкодження плавучих та нерухомих предметів; втрату, загибель і пошкодження вантажу, прийнятого до перевезення; шкоду, заподіяну забрудненням вод внаслідок скидання з застрахованих суден нафтопродуктів або інших забруднюючих речовин.

Існує три правові режими, що регламентують перевезення вантажів, закріплені різними міжнародними договорами:

1. Міжнародна конвенція про уніфікацію деяких правил, що стосуються коносаментів, підписана 25 серпня 1924 р. в Брюсселі, відома як Гаазькі правила [2, с. 427].

2. Протокол про зміну Міжнародної конвенції про уніфікацію деяких правил, що стосуються коносаментів, підписаної в Брюсселі 25 серпня 1924 р., відомий у світі як Правила Вісбі [3].

3. Конвенція Організації Об'єднаних Націй про морське перевезення вантажів, прийнята в Гамбурзі в 1978 р., зі вступом в силу 1 січня 1992 р., оформила третій правовий режим у сфері морського перевезення вантажів. 25 серпня 1924 р. в Брюсселі була укладена Міжнародна конвенція про уніфікацію деяких правил, що стосуються коносаментів, яка набула чинності 2 червня 1931 р. [1].

Основне значення Гаазьких правил полягає у тому, що, встановивши мінімальну відповідальність перевізника, вони тим самим достатньо чітко розподілили ризики між перевізником і вантажовласником, і це створило відповідну базу для страхування вантажу і страхування відповідальності.

Основні положення Правил Вісбі зводяться до такого: встановлено, що перевізник не може спростовувати коносамент, якщо він був переданий третьому добросовісному утримувачу; передбачена

можливість продовження терміну позовної давності; встановлений термін для пред'явлення регресних позовів. Вирішене питання і про порядок обмеження відповідальності при перевезенні вантажів у контейнері. У Протоколі уточнено, що перевізник не має права скористатися обмеженням відповідальності, якщо збиток явився результатом дії або упущення перевізника, вчинених з наміром заподіяти збиток або по самовпевненості і з усвідомленням можливості спричинення збитку.

Гамбурзькі правила. 30 березня 1978 р. в Гамбурзі була схвалена нова конвенція - Конвенція Організації Об'єднаних Націй про морське перевезення вантажів 1978 р. (Гамбурзькі правила), яка покликана замінити як Гаазькі правила, так і Правила Вісбі. Дана Конвенція набула чинності в листопаді 1992 р. Згідно з Конвенцією, перевізник несе відповідальність за збиток, що є результатом втрати або пошкодження вантажу, а також затримки в його доставці, якщо не доведе, що він, його службовці або агенти вжили всіх заходів, щоб уникнути обставин, що викликали втрату, пошкодження або затримку і їх наслідки [5, с. 62].

Слід зазначити, що У 2009 р. в Роттердамі була відкрита для підписання Нью-Йоркська конвенція ООН про договори повністю або часткового морського міжнародного перевезення вантажів (2008), яка отримала назву Роттердамських правил. Це звід уніфікованих правил, які регулюють міжнародні договори повного або часткового морського перевезення. В майбутньому Конвенція покликана замінити Гаагсько-Вісбійські і Гамбурзькі правила. Період відповідальності перевізника за вантаж починається з моменту отримання вантажу для перевезення і закінчується в момент здачі вантажу. Перевізник несе відповідальність за втрату або пошкодження вантажу, затримку у його здачі, якщо позивач доведе, що втрата, пошкодження або затримка мали місце в період відповідальності перевізника. Перевізник повністю або частково звільняється від відповідальності, якщо доведе, що причина або одна з причин втрати, пошкодження або затримки не може бути віднесена на рахунок його вини [6, с. 219].

Такими є основні міжнародні джерела правового регулювання перевезення вантажу морським транспортом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конвенция Организации Объединенных Наций о морской перевозке грузов 1978 года (Гамбургские правила) (Гамбург, 31 марта 1978 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_391
2. Международная конвенция об унификации некоторых правил о коносаменте 1924 г. // Современное международное право в документах: в 3 т. Т. 3 / Под ред. М. Колосова. - М.: Междунар. отношения, 1998. – 716 с.
3. Протокол об изменении Международной конвенции унификации некоторых правил о коносаменте, подписанной в Брюсселе 25 августа 1924 года (Правила Висби) (Брюссель, 23 февраля 1968 года) / [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/896_010
4. Анцелевич Г.А. Международное морское торговое право. - К.: Издательский дом «Слово», 2004. - С. 215
5. Стрельцова Є.Д. Міжнародна уніфікація права в сфері морських перевезень вантажів: сучасний стан // Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. (Одеса, 15-16 квітня 2011 р.). - Одеса: Астропринт, 2011.- С. 62- 65.
6. Чухрай Т. Р. Міжнародно-правове та національне регулювання перевезення вантажу морським транспортом // Актуальні проблеми держави і права: зб. наук. праць ОЮНА. - Вип. 43.- С. 219 - 222.

УДК 347.799.4(477)(100)(043.2)

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ МОРСЬКОГО РОЗБОЮ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Балашов Д.М.,
Національний Університет «Одеська морська академія»

На сьогоднішній день, використання морських шляхів, яке має на увазі міжнародну морську торгівлю та перевезення займає одне з провідних місць у сучасних економічних відносинах, саме тому, забезпечення безпеки на морі є головним завданням міжнародної спільноти. У сучасному світі одну з головних загроз безпеці на морі являє собою піратство, як найширший вид морського розбою, та інші різновиди насильства та злочинів на морі. Отже питання оперативного вирішення та своєчасне попередження зазначених вище злочинів, мають резонансне значення.

Проблема боротьби з морським розбоєм як загрозою міжнародній безпеці на морі на сучасному етапі з кожним роком набуває актуальності. Морський транспорт займає одне з провідних місць серед гілок міжнародної торгівлі. Щороку, морські судна здійснюють перевезення товарів на суму більше ніж сто

мільярдів доларів США. В економічно високорозвинених країнах морським шляхом транспортується майже 90 відсотків вантажів, серед яких звісно можна виокремити США, Великобританію, Японію, Німеччину та інші. Залежність поставок товарів, продуктів харчування, та інших необхідних людству ресурсів з-за океану, робить морське піратство як міжнародною так і внутрішньо-національною безпекою.

Небезпека, яку несе морський розбій для крупних країн, змушує їх об'єднуватися задля загальної боротьби із цією злочинністю. У боротьбі із морським розбоєм можна виділити законодавство окремих країн, та міжнародне право. Кримінальні закони майже кожної країни, мають норми, спрямовані на боротьбу із морським розбоєм. Вважається, що усі зобов'язання перед морськими злочинцями є такими, що втрачають будь-яку юридичну силу. У відкритому морі, де жодній державі не належить право виключної юрисдикції, успіх боротьби із морським розбоєм залежить від міжнародних угод, які проявляються у формі міжнародних звичаїв та договорів. Міжнародне право встановлює, що особа, яка приймає участь у скоєнні морського розбою, втрачає свою національність, та позбавляються права на захист з боку будь-якого уряду, що дає право будь-якій державі переслідувати їх у відкритому морі. Більш того, країни можуть застосовувати, як необхідний засіб боротьби із морським розбоєм, право зупиняти та доглядати кораблі під іноземним прапором, якщо виникає будь-яка підозра. В той час, як міжнародні договори повинні детально встановлювати обсяг правомочності держав шляхом дозволу переслідувати судна, які підозрюються у скоєнні морського розбою, в межах чужої юрисдикції, визначати долю захопленого майна, врегулювати процесуальну форму та міру покарання, іншими словами, в обов'язком міжнародних договорів, є врегулювання тих питань, які не врегульовані міжнародним звичайним правом.

Першим кроком у міжнародно-правовій боротьбі із морським розбоєм та піратством, слід вважати прийняття Паризької декларації 1856 року. В 1922 році, прийнято Вашингтонський договір про застосування підводних човнів та отруйних газів у морській війні, в якому встановлено, що будь-яка особа, яка порушує норми міжнародного права відносно торгівельних суден, може переслідувати як за «акти піратства» в судах будь-якої держави. Ніонська угода від 1927 року, кваліфікувала напади іспанських підводних човнів на торгівельні судна як піратські, та уповноважила судна держав-учасниць угоди атакувати та знищувати відповідні підводні човни. [1]

Виходячи з міжнародного звичаю, та законодавства більшості країн, пірати, та особи, пов'язані із морським розбоєм визнаються особами поза закону, як вже зазначалося раніше. Якщо у минулому, майже кожне судно мало право переслідувати піратські ватажки, та здійснювати правосуддя на свій власний розсуд, то з часом, як показує світова практика, таку прерогативу отримали лише спеціальні військові судна та підрозділи. На сьогоднішній день, ми маємо ситуацію, де самоуправство до осіб, що підозрюються у скоєнні морського розбою (або вже заочно були засуджені за нього) є обмеженим. Більш того, торгові судна мають лише право «необхідної оборони», в її найбільш широкому сенсі. Але сама по собі розправа над піратами жодним чином не допускається. Процесуальні заходи, щодо покарання піратів, встановлюють, що пірат, або особа, що підозрюється у скоєнні морського розбою, повинна бути передана до компетентного суду, яким (якщо не існує будь-яких угод) є суд країни судна, яке затримала пірата. В цьому випадку, піратське судно конфіскується до казни держави, в той час, як пограбоване майно має бути повернене законному володарю. Дана практика підтверджується рядом міжнародних угод, які встановлюють, що майно захоплене у піратів, повинно бути повернене їх володільцю, в той час, як судно, що «відбило» дане майно у піратів, має право потребувати винагороду.[2]

Усталені в міжнародній практиці юридичні норми, відносно морського розбою, застосовуються і до інших злочинів, місцем скоєння яких є відкрите море. До цих злочинів звісно відноситься работоргівля на морі, деякі випадки каперства (особливо каперство на основі патентів від обох воюючих держав). Внутрішнє законодавство деяких держав визнає морським розбоєм будь-який акт насилля, яке здійснене судном плаваючого у відкритому морі під узурпованим, невизнаним прапором, або без прапору взагалі.[3]

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1) «Актуальні проблеми міжнародних відносин» №90, 2014, О. Леонідова Історія міжнародно-правової боротьби із піратством. - С.160-162

2) «65 років ООН :досвід та перспективи», 2011 – Святун О.В. «Правові засади участі України у міжнародній боротьбі з піратством».

3) Edgar Gold. Piracy: the scourge continues // Seaways (The international Journal of the Nautical institute).- 2009. - №3.

УДК 347.79

ПОРТОВІ ЗБОРИ В УКРАЇНІ: ЗАКОНОДАВСТВО ТА ПРАКТИКА

Бондар Ю.О., юрисконсульт, Назарова О.Ю., студентка 4 курсу
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв.

Україна є транзитною державою, що активно розвиває мережу транспортних коридорів з використанням водного сполучення.

Важливе значення має необхідність збільшення пропускної спроможності через українські морські порти.

Необхідність підтримання портових споруд, устаткування, підхідних шляхів у належному технічному стані, забезпечення безпеки мореплавства, недопущення завезення до країн небезпечних вантажів та хвороб, протистояння ворожій військовій або економічній інтервенції викликали потребу в розширенні інфраструктури портів та кількості обслуговуючого їх персоналу, а отже, й відповідних видатків на утримання. Це обумовило стягнення певної плати за вхід суден до портів, а саме портових зборів та формування тарифів на послуги, що надані у портах [1, с. 6].

Портові збори України становлять собою плати за послуги, які надаються вантажовласникам при перевалці вантажу через порти й судновласникам при вході судна в порт, стоянці в порту та виході з порту. Отже, доходи від портових зборів, включаючи також прибутки від портових зборів стали основним джерелом покриття витрат з утримання портової інфраструктури.

Чинні українські норми регулюють зазначене явище. Так, Наказом Міністерства Інфраструктури України № 316 від 27.05.2013р. [2] було затверджено Порядок справляння та розміри ставок портових зборів. Відповідно до нього усі судна розподілено на групи, відповідно до яких і здійснюється справлення портових зборів, розмір яких чітко встановлюється, а також визначаються знижки для певних груп суден. Також встановлюється фіксована сума по кожному із видів зборів.

Відповідно до ЗУ «Про морські порти» у морському порту справляються такі портові збори: корабельний, причальний, якірний, канальний, маяковий, адміністративний та санітарний. Використання коштів від портових зборів допускається виключно за їх цільовим призначенням [3]. Також Закон встановлює, що розміри ставок портових зборів для кожного морського порту встановлюються національною комісією, що здійснює державне регулювання у сфері транспорту, відповідно до затвердженої нею методики. Порядок справляння, обліку та використання коштів від портових зборів, крім використання коштів від адміністративного збору, визначається центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сферах морського і річкового транспорту. Портові збори сплачуються «Адміністрації морських портів України» [3].

Перелік портових зборів за законом вбачається вичерпним, що підтверджується також аказом Міністерства інфраструктури. Але на практиці українські порти отримують дохід від 14 до 20 зборів, які регулюються також правилами портів. Вони складаються з:

- 7 основних зборів – корабельного, маякового, причального, канального, якірного, адміністративного та санітарних зборів, які встановлюються ЗУ Про морські порти та наказом Міністерства інфраструктури України/Адміністрацією морських портів України (АМПУ). В основному вони сплачуються АМПУ (за виключенням маякового, що сплачується ДП «Держгідрографія», та адміністративного збору, що сплачується до Державного бюджету України) і вони складають основну частину вартості судозаходу – 60-70%;
- оплати спеціальних послуг, які подаються системою регулювання руху суден лоцманами (також врегульовані державою);
- інші 5 плат – за буксирування, плата капітану порту, за портову інформацію, охорону та закриття вихідних клапанів (сплачуються іншим установам та не регулюються державою).

У практиці іноземних держав зустрічаються й інші види портових зборів. Кожний збір становить собою плату за користування тими чи іншими портовими спорудами: корабельний, судновий, портовий, доковий канальний, річковий, днопоглиблюваний, причальний, шлюзовий, фарватерний [4, с. 5]

Україна як транзитна держава активно розвиває мережу мультимодальних транспортних коридорів з використанням водного (морського поромного сполучення) та залізничного сполучення у напрямах Північ-Південь та Захід-Схід [6]. Але, є думка, що Україна має надто багато портових зборів, і саме через це українські порти не є конкурентоздатними та привабливими для судноплавних компаній.

Нещодавно Кабінет Міністрів України ухвалив з 1 січня 2018 роки знизити до 20% всі ставки портових зборів. Заступник міністра інфраструктури зазначив, що це дуже важливий проект, ним пропонується провести у 2-місячний термін заходи зі зниження до 20% ставок корабельного, канального, маякового, санітарного, якірного, причального, адміністративного портових зборів, починаючи з 1 січня 2018 року. Включаючи вищесказане, можна сказати, що існує серйозна передумова до перегляду портових зборів в Україні до рівня, який би дозволив конкурувати з іншими портами та конкуруючими пунктами призначення.

Література

1. Ківалов С. В. Портові збори в Україні: Пошук оптимальної моделі конкурентної тарифної політики /Актуальні питання міжнародного співробітництва та Європейської інтеграції// – Lex Portus –2017.– № 1(3).
2. Наказ міністерства Інфраструктури України Про портові збори № 316 від 27.05.2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0930-13
3. Закон України «Про морські порти» від 17. 05.2012 року № 4709-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4709-17
4. Юрьев В., Грязев Р. Экономическая природа портовых сборов // Морской флот. – 2000 –№ 9/10. – С. 3-5.
5. Едвард Лейнг , Нів'євський О. Тариф спотикання: що не так з портовими зборами в Україні та як їх зробити конкурентними/Центр транспортних стратегій: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cfts.org.ua/blogs/tarif_spotikannya_sho_ne_tak_z_portovimi_zborami_v_ukrani_ta_yak_kh_zrobiti_konkurentnimi_281
6. Сирийчик Т., Фургальські А., Клімкевич Ч., Камола М., Дяченко Т., Пугачов М.,Філіпенко О. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / За ред. Марчіна Свєнчіцкі. – К.: Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.
7. Інформаційне агентство УНІАН: https://economics.unian.ua/transport/2118509-v-ukrajini-znijuyut-stavki-portovih-zboriv.html

УДК 656.61:347.2(043.2)

РОЛЬ МІЖНАРОДНОГО КОДЕКСУ З ОХОРОНИ СУДЕН ТА ПОРТОВИХ ЗАСОБІВ В СФЕРІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНА

Борисова Х. О.,
Национальній університет «Одеська морська академія»

Судноплавна галузь є найбільш глобальної з усіх найбільших світових галузей і однією з найнебезпечніших. Вже визнано той факт, що підвищення рівня безпеки на морі можна досягти шляхом розробки міжнародних правил, яких повинні дотримуватися всі судноплавні нації.

ІМО в рамках свого мандату робить все можливе, щоб торговельні та пасажирські судна могли безпечно функціонувати в морі. Щоб попереджувати будь-які загрози, які становлять небезпеку для судноплавства, Організація розробляє відповідні правила і вказівки.

Після трагічних подій 11 вересня 2001 року двадцять друга сесія Асамблеї Міжнародної морської організації одноголосно вирішила розробити нові заходи з охорони суден і портових засобів [2, с.169].

В результаті на Конференції Договірних урядів, що відбулась в грудні 2002 року в Лондоні, були схвалені поправки до Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 року (СОЛАС- 74), що стосуються спеціальних заходів щодо підвищення безпеки та посилення охорони на морі, і Міжнародний кодекс з охорони суден і портових засобів (Кодекс ОСПЗ).

Главою XI-2 СОЛАС-74 введені нові вимоги, які регламентують охорону суден і портових засобів, мета яких - протидіяти незаконним актам, які спрямовані проти безпеки мореплавства і перевезення морем захищених вантажів. У даному розділі є посилання на Кодекс ОСПЗ, який є обов'язковим документом для виконання всіма країнами, що підписали Конвенцію. Метою Кодексу є підтвердження того, що морські судна і портові засоби держав-членів ІМО забезпечують найвищі стандарти безпеки.

З цього моменту морська безпека стала офіційно поділятися на дві області: «Maritime safety» - пов'язана із запобіганням аварій і ліквідацією їх наслідків і «Maritime security» - пов'язана із запобіганням незаконних актів, які загрожують безпеці суден.

Положення Кодексу ОСПЗ формують міжнародну структуру, за допомогою якої судна і портові засоби можуть взаємодіяти з метою виявлення і запобігання актів, які загрожують безпеці в секторі морського транспорту [4, с.16].

Кодекс ОСПЗ розділений на дві частини. В частині А містяться детальні вимоги з безпеки для обов'язкового виконання урядами, представниками портової влади і судноплавними компаніями, а в необов'язковій частині В - ряд важливих принципів та рекомендацій щодо виконання цих вимог. Ступінь застосування цих рекомендацій може бути різним в залежності від характеру портового засобу та типу судна, а також від характеру виконуваних судном рейсів і / або від перевезеного на ньому вантажу. Особливістю Кодексу ОСПЗ є те, що більшість пунктів частини А Кодексу закінчується словами: «з урахуванням

рекомендацій, наведених в частині В цього Кодексу». Таким чином відповідні рекомендації частини В Кодексу стають обов'язковими [1].

В цілому Кодекс базується на підході, відповідно до якого забезпечення охорони суден і портових засобів по суті рівнозначно управління ризиками і для визначення прийнятності тих чи інших заходів безпеки в кожному конкретному випадку після проведення оцінки ризиків.

Слід зазначити, що в Кодексі ОСПЗ чітко визначені вимоги до різних категорій персоналу судна щодо знань і отриманої підготовки з охорони. Безумовно, найбільш важлива роль у забезпеченні охорони судна відводиться особі командного складу судна, відповідального за охорону. У той же час пунктом 13.3 частини В кодексу передбачено, що члени екіпажу, що мають конкретні завдання з охорони, повинні мати достатні знання і бути здатними виконувати доручені їм завдання, включаючи, в залежності від обставин, такі питання:

- знання існуючої загрози, що зачіпає охорону, і її різних форм;
- розпізнавання і виявлення зброї, небезпечних речовин і пристроїв;
- розпізнавання характерних ознак і манерів поведінки людей, які можуть створити загрозу;
- методи управління групами людей і їх контролю;
- охоронний зв'язок;
- знання процедур і планів дій в надзвичайних ситуаціях;
- випробування, калібрування та технічне обслуговування обладнання і систем охорони при знаходженні в морі;
- методи перевірок, контролю і спостереження тощо [5, с.38].

Кодекс ОСПЗ акумулював у собі все мінімально необхідні міжнародні вимоги і стандарти, які в даний час діють в області морської безпеки. ІМО через зміцнення потенціалу в галузі морської безпеки і програми технічного співробітництва, проводить різні національні та регіональні заходи, щоб гарантувати, що Кодекс ОСПЗ ефективно імплементується державами-членами [3, с.15].

Список літератури

1. Міжнародний кодекс з охорони суден та портових засобів (Кодекс ОСПЗ) (ISPS): [Електронний ресурс] / Міжнародні документи / Міжнародна морська організація. – Режим доступу до док.: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/896_035.
2. Моджорян Л.А. Терроризм на море. Борьба государств за безопасность морского судоходства. / Л.А. Моджорян // Международные отношения. – 2013. – С.168-172.
3. Прусс В. М., Боёвич В. Международно-правовые аспекты безопасности мореплавания. – Одесса: Латстар. - 2009. – 132 с.
4. Решетов Н. Кодекс ОСПС: пути внедрения / Н.Решетов // Порты Украины. – 2006. – С. 15-18.
5. Чистяков В. Безопасность на море и ответственность капитанов / В.Чистяков // Судоходство. – 2008. – № 8–9. – С. 37–38.

УДК 341.225.5:340.114(043.2)

МОРСЬКИЙ ЗВИЧАЙ ТА ЙОГО МІСЦЕ СЕРЕД ДЖЕРЕЛ МІЖНАРОДНОГО МОРСЬКОГО ПРАВА

Бикова О.А.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Зовнішньою формою вираження норм міжнародного морського права є його джерела. Їх можна визначити як офіційно-юридичні форми існування норм міжнародного публічного морського права.

У міжнародному морському праві розрізняють два загальновизнаних джерела – звичай та також угоду.

Одна відповідно до особливостей міжнародного публічного морського права полягає в саме тому, що воно значною мірою сформувалося зі звичаєвих юридичних норм. Якщо у всіх внутрішніх системах права значення звичаю постійно знижувалося, то в саме міжнародному публічному морському праві це, загалом, джерело традиційно відігравало й також продовжує відігравати істотну роль.

Відповідно до ст. 38 Статуту Міжнародного суду ООН звичай визначається як «доказ загальної практики, визнаної як правова норма»[1].

Отже однією з джерельних основ міжнародного морського права є конкретні звичаєві норми, котрі стосуються певних конкретних питань, пов'язаних із саме використанням моря та також ресурсів, пов'язаних із саме морем.

Другою джерельною основою міжнародного морського права є міжнародні конвенції та також угоди, котрі надають міжнародного статусу певним конкретним звичаєвим нормам.

Нарешті третьою джерельною основою міжнародного морського права є конкретні судові рішення, котрі приймаються стосовно конкретної практики застосування інших джерел міжнародного морського права, котрі можуть встановлюватися як прецеденти, тобто як зразки застосування вказаних норм. це, загалом, стосується також меж застосування тих чи інших джерельних норм міжнародного морського права.

У цьому зв'язку нам важливо з'ясувати сутність звичая, конвенції та також прецеденту як джерел міжнародного морського права.

Щодо аналізу поняття "звичай" та, відповідно, його відношення до саме юриспруденції, розпочати варто з його визначення, яке міститься у ст. 38 Статуту Міжнародного суду ООН, таким чином, звичай у, відповідно, цьому документі пов’язується з поняттями "доказ" і "загальна практика", причому "доказ" тут очевидним чином розуміється як "свідчення", а "загальна практика" визнається "правовою нормою".

Звичай може бути свідченням, якщо він є формою, в саме якій представлені певні свідчення. у, свою чергу, свідчення, коли вони узгоджені між собою, можуть розглядатися як певна загальна практика, в саме якій знаходить своє практичне вираження ставлення певного загалу до саме певного об'єкту. Отже звичай розуміється тут як певне узгоджене свідчення, і саме тому, зазначимо, -- як доказ. Він є доказом, тому, зазначимо, що, таким чином, в саме ньому щось узгоджено, досягнуто загальної згоди стосовно певного питання [2, с.171].

У площині міжнародного права під загальною згодою розуміють згоду держав. Саме тому, зазначимо, можна казати про те, що, таким чином, не закріплена у формі офіційних документів згода міжнародного співтовариства, що, таким чином, є, відповідно, реакцією на дії, що, таким чином, вживаються державою або, інакше кажучи, групою держав на міжнародному або, інакше кажучи, регіональному рівнях, великим ступенем сприяють утворенню звичаєвих норм міжнародного права.

У цьому випадку, ми можемо казати про звичай як про загально визнане на міжнародному рівні правило, яке склалося внаслідок його фактичного та також однакового застосування державами протягом більш-менш тривалого періоду часу й також визнане ними в саме якості такого. (Предметом особливого розгляду має стати питання про те, що, таким чином, правило складається на підставі певного прецеденту, а також питання про те, яким чином окремий прецедент може стати підставою для утворення загальновизнаного правила. Тобто це, загалом, питання про те, яким чином прецедент може бути покладений у підґрунтя звичаю. Як наслідок, з юридичної точки зору, це питання про те, чому певний прецедент стає обов'язковим для його повторного застосування -- вже у, відповідно, якості звичаю.)

У зв'язку із саме цим ми маємо детальніше розглянути природу звичаю.

Звичай в широкому сенсі – це певне правило поведінки у певних обставинах, чи певній ситуації, яке застосовують через те, що, таким чином, на базі певного життєвого чи історичного досвіду мають певне знання про те, що, таким чином, дотримання такої поведінки, або, інакше кажучи, системи дій із саме достатньою вірогідністю призводить до саме потрібних результатів. Застосування такого правила є юридично необов’язковим, проте воно може мати певні моральні або, інакше кажучи, психологічні механізми застосування.

Важливим питанням є питання про те, чому і яким чином локальні, місцеві звичаї отримують статус державної практики.

Це відбувається тоді, коли певна територія, й також діяльність, пов’язана з цією територією, набувають загальнодержавного значення. це, загалом, стосується й також випадків, пов'язаних із саме використанням морських ресурсів, які, таким чином, перебувають у межах юрисдикції певної держави. Держава визнає практичну значущість застосування певних звичаїв, і надає їм статусу державного значення. Цей статус може бути визнаний як формально, так і неформально. У першому випадку він отримує юридичне закріплення, у другому -- ні. Проте de facto в саме обох цих випадках звичай виступає як джерело права, й, зокрема, як джерело морського права. але, зрозуміло, для того, щоб звичай став джерелом міжнародного морського права, він має бути підкріплений таким механізмом, як міжнародна угода [3, с. 3].

Чому у певних випадках звичай треба підкріплювати (як додатковим підґрунтям) формальною угодою? Ця потреба виникає через певні недоліки (з юридичної точки зору) звичаю, про які, таким чином, треба сказати.

Основним недоліком звичаю в саме порівнянні, відповідно, з договірною нормою є відома нечіткість його нормативного змісту, зі значно меншим ступенем погодженості позицій держав. Крім того, є очевидними труднощі застосування звичаю в саме судовій практиці. Адже крім самого факту порушення правової норми необхідно довести також її існування, в саме цьому випадку у вигляді звичаю. Спори про наявність або, інакше кажучи, відсутність звичаєвої норми – головна, якщо не основна, проблема правозастосування звичаю.

Але в саме процесі переходу звичаїв у суто договірні форми звичай і, зокрема, міжнародно-правовий звичай, звичайно, не зникає. Він зберігає свою регулюючу функцію, зокрема, у відносинах між суб’єктами міжнародного морського права, які, таким чином, внаслідок дії якихось обставин не уклали між собою договір. (Якщо договір укладається свідомо, то звичай виникає несвідомо.) Зазначають, що, таким чином, правовий звичай, тобто звичай, застосування якого забезпечується санкцією держави, варто відрізняти від звичаю, що, таким чином, представляє собою моральну норму, релігійне правило й також т. ін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Статут Міжнародного Суду Організації Об'єднаних Націй від 26 червня 1945 р.: [Електронний ресурс] / Верховна Рада України / Законодавство України / Міжнародні документи. – Режим доступу до док.: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995_010.
2. Ануфрієва Л.П. Международное частное право / Л.П. Ануфрієва. - М.: БЕК, 2002. – С. 171.
3. Калинин А.Ю. Форма (источник) права как категория теории государства и права / А.Ю. Калинин, С.А. Комаров // Правоведение. – 2000. – № 6. – С. 3.

УДК 341.225.3(043.2)

МІЖНАРОДНЕ ПРАВО ПРАВО ЯК, РЕГУЛЯТОР ВІДНОСИН МІЖ ДЕРЖАВОЮ ТА СУДНОМ

Григоренко Н.В.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Проблеми державної реєстрації морських суден обумовлюється такими чинниками, як практика їх реєстрації у країнах так званого «зручного» прапора, що останнім часом набула значного поширення і охопила уже більше 50 відсотків тоннажу морського флоту; поглиблення суперечностей між розвиненими країнами та країнами відкритої реєстрації з приводу дотримання принципу реального зв'язку між судном та державою його національності, загострення конкурентної боротьби між останніми з приводу реєстрації морських суден.

Питання міжнародного нормативно правового забезпечення постає на шляху регулювання відносин між державою та судном. Забезпечення безпеки мореплавства є найважливішим на морському транспорті, оскільки від її успішного рішення залежить охорона життя і здоров'я членів екіпажів суден і пасажирів, збереження суден і вантажів, стан морського середовища. Тому реальний зв'язок держави з судном э важливим та необхідним обов'язком.

Встановлюючи загальні принципи національності судна, Конвенція ООН з морського права 1982 року [1] виділяє окремо міжнародно-правовий принцип так званого «реального зв'язку» (genuine link) між судном та державою його прапора. Такий реальний зв'язок має суттєве значення для здійснення державою юрисдикції по відношенню до суден, які несуть її прапор. Хоча ця, а також Женевська конвенція про відкрите море 1958 р.[2], містять вимоги про необхідність дотримання принципу реального зв'язку, тим не менше вони не формулюють чітко зміст цього принципу. Стаття 94 Конвенції 1982 р. передбачає обов'язки держави прапора щодо реєстрації суден: держава повинна вести реєстр суден, що плавають під її прапором, із зазначенням їх назв і даних, крім тих суден, які виключені із загальноприйнятих міжнародних правил внаслідок їхніх невеликих розмірів; приймає на прапором, і над його капітаном, офіцерами та екіпажем у відношенні адміністративних, технічних і соціальних питань, що стосуються суден.

При цьому термін «юрисдикція», як зазначає А. М. Шемякін, слід розуміти у широкому значенні цього слова як компетенцію у судовій, адміністративній, законодавчій сферах [4, 543]. Таким чином, Конвенція покладає на державу певні обов'язки, виконати які воно може за допомогою створення чіткого механізму реєстрації суден, а також створення певного органу, що здійснює цю процедуру як у приватних інтересах (власники майна), так і в громадських (органи влади). І все ж таких зобов'язань виявилося недостатньо для вирішення зазначених вище проблем «зручної» реєстрації. Важливе значення для торговельного судноплавства мала Конференція ООН з умов реєстрації суден, у завдання якої входила детальна розробка змісту принципу реального зв'язку між судном і державою його прапора. Вироблена Конференцією та підписана у 1986 р. Женевська конвенція ООН про умови реєстрації суден [3] у ст. 11 виділяє такі основні критерії цього принципу: обов'язкова участь держави або її фізичних та юридичних осіб у власностіна судно; певну частину екіпажу мають складати громадяни держави прапору судна; здійснення ефективного управління судном з території держави прапора фізичними чи юридичними особами, які уповноважені діяти від імені та в інтересах судновласника і відповідати за його зобов'язаннями; забезпечення ідентифікації та підзвітності судновласників і операторів суден, що гарантує дотримання умов реєстрації [6, 48-49].

Однак конвенція не вступила в силу, тому що для цього необхідна ратифікація її, як мінімум, сорока державами, що володіють не менш ніж 25 відсотками загального світового тоннажу торговельного флоту. Більшість держав відкритої реєстрації не приєдналися до конвенції саме через незгоду із закріпленою в ній концепцією «реального зв'язку». Вона є останнім за часом універсальним міжнародним договором, який регулює порядок реєстрації суден. Набуття чинності Конвенції ООН про умови реєстрації суден, прийнятої в 1986 р. [3], ратифікація її державами, які є офшорними фінансовими центрами могли б істотно зміцнити міжнародно-правовий принцип реального зв'язку між судном і державою його прапора, наповнити його

конкретним змістом і тим самим сприяти позитивним змінам у практиці відкритої реєстрації морських суден. У кінцевому рахунку розроблені Конференцією документи повинні привести до вирішення однієї з найбільш гострих проблем у сфері торговельного судноплавства [5, 405].

Що стосується нашої держави, то з метою запобігання витоку національного флоту за кордон і залучення іноземного тоннажу під свій прапор, а також підвищення конкурентоспроможності українських суден на світовому фрахтовому ринку, доцільно було б створити Український міжнародний судновий реєстр. Однак це вимагає не лише розроблення ефективного національного законодавства, яке повністю відповідало б міжнародним стандартам у сфері безпеки мореплавства і захисту навколишнього середовища та забезпечувало б себе у відповідності зі своїм внутрішнім правом юрисдикцію над кожним судном, що плавають під її реалізацію концепції реального зв'язку, але й ратифікації усіх без виключення конвенцій Міжнародної організації праці, які регулюють трудові відносини за участю моряків. Це, поміж іншим, також сприяло б вирішенню проблеми працевлаштування десятків тисяч українських моряків, забезпеченню їх соціальної захищеності та безпеки.

Для формування нормативно-правової бази, що дозволить створити Український міжнародний реєстр суден необхідна діюча міжнародно-правова основа. За таких умов судновласники реєструватимуть судна в міжнародних реєстрах на вигідних умовах, не звертаючись до країн «зручних» прапорів. Конвенції про відкрите море 1958 р. і ст. 94 Конвенції ООН з морського права 1982 р., які встановлюють обов’язки держави прапора відносно суден, що плавають під їх прапором, стали на сьогодні основоположними стовпами сучасного міжнародного судноплавства, містять вимоги щодо існування реального зв’язку між судном та державою прапора. Але конвенції достатнім чином не регулюють конкретні питання обов’язку його забезпечення. Якщо вести мову суто про правові заходи у сфері безпеки мореплавства, їх в цілому можна характеризувати як захисні.

Список використаних джерел

1. Конвенція Організації Об'єднаних Націй з морського права ООН; Конвенція, Міжнародний документ від 10.12.1982: [Електронный ресурс]. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_057
2. Конвенція про відкрите море ООН; Конвенція, Міжнародний документ від 29.04.1958: [Електронный ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada. gov.ua/laws/show/995_180
3. Конвенція про умови реєстрації суден ООН; Конвенція, Міжнародний документ від 07.02.1986: [Електронный ресурс]. – Режим доступу: http://za- kon 3.rada.gov.ua/laws/show/995_074
4. Шемякін О. М. Проблеми державної реєстрації морських торгівельних суден у сучасному міжнародному морському праві / О.М. Шемякін // Держава і право: юридичні і політичні науки . – 2005. – Вип. 28. – С. 543-548.
5. Л. М. Давиденко Правові проблеми реєстрації морських суден під «зручними» прапорами / Л. М. Давиденко // Актуальні проблеми держави і права – 2011. – Вип. 57. – С. 405-712.
6. Международное морское право (публичное и частное): учеб. пособие / В. Н. Гуцуляк. – Ростов: Фенікс, 2006. — 416 с.

УДК 341.225.5:341.1

МІЖНАРОДНІ ОРГАНІЗАЦІЇ В СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ МОРСЬКИХ ПРАВОВІДНОСИН

Краснікова О. В.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Роль міжнародних організацій в сфері освоєння Світового океану постійно зростає і це не випадково. Процесу глобалізації правової системи притаманні складні, суперечливі і часом прямо протилежні тенденції. Зміст міжнародних морських правовідносин дає підстави виділити комплекс норм, які їх регулюють, в окрему систему.

Міжнародні морські правовідносини відіграють вирішальну роль в життєзабезпеченні світової цивілізації. Світова економіка в значній мірі залежить від Світового океану і підтримується за рахунок морської діяльності держав, міжнародних організацій, господарюючих суб'єктів, індивідів [1, с. 9].

Роль міжнародних організацій в сфері освоєння Світового океану постійно зростає і це не випадково. Без міжнародних організацій в сучасних умовах практично неможливо знайти задовільне рішення питань, пов'язаних з розробкою правового режиму Світового океану і нормативним регулюванням всіх видів діяльності держав в його просторах, включаючи раціональне використання його ресурсів і збереження екологічної рівноваги [2, с. 167]. До міжнародних організацій, що займаються морськими питаннями, включаючи питання використання морських просторів і міжнародних річок відносяться такі міжнародні організації, як ООН, ІМО, МОП, ЮНЕСКО, МАГАТЕ, ВООЗ, ФАО, ІКАО, ЮНКТАД, ЮНІДО, ПРООН, ОЧЕС та ін.

Визначаючи поняття міжнародної неурядової морської організації необхідно виходити зі специфічних рис, властивих неурядовим організаціям. Характерною ознакою міжнародної морської неурядової організації є своєрідність членського складу. На відміну від міжурядових організацій, членами яких є держави, міжнародні неурядові організації не мають офіційної державної приналежності, а їх членами можуть бути судновласники, брокери, клуби [3, с. 52].

Багато міжнародних неурядових організацій активно співпрацюють з міжурядовими морськими організаціями. Основною формою такого співробітництва є консультативний статус. Кожна міжурядова морська організація має свої правила надання консультативного статусу міжнародній неурядовій організації. Отримання такого статусу не тільки означає визнання корисної діяльності неурядової організації, але і вказує на зростання значення міжнародних неурядових організацій в системі міжнародного управління.

Щоб мати право на консультативний статус, неурядова організація повинна бути офіційно зареєстрована відповідними урядовими властями як неприбуткова організація принаймні два роки, повинна мати встановлений штаб, демократично прийнятий статут, повноваження, щоб говорити від імені її членів, представницьку структуру, відповідні механізми відповідальності та демократичні і прозорі процеси прийняття рішення. Основні ресурси організації повинні бути отримані із вкладів національних філій або інших компонентів або від індивідуальних членів.

Організації, встановлені урядами або міжурядовими угодами, не розглядаються як неурядові організації.

Є три категорії статусу міжнародних неурядових організацій: Загальний консультативний статус, Спеціальний консультативний статус і статус Списку.

Загальний консультативний статус збережений для великих міжнародних неурядових організацій, чия сфера зайнятості охоплює більшість проблем по порядку денному Економічної і соціальної ради ООН (далі – ECOSOC) і її допоміжних органів. Відносини мають тенденцію бути досить великими, і такі міжнародні неурядові організації охоплюють великий географічний регіон.

Спеціальний консультативний статус надається неурядовим організаціям, які мають спеціальну компетентність у певній діяльності, і зацікавлені безумовно тільки в декількох з областей діяльності, охопленої ECOSOC. Ці неурядові організації мають тенденцію бути меншими.

Організації, які просять консультативний статус, але не відповідають будь-якому з інших категорій, зазвичай включаються до Списку. Ці неурядові організації мають тенденцію мати досить вузькі або тільки технічні цілі [3, с. 84].

У 1999 році був налагоджений Відкритий процес неофіційних консультацій Організації Об'єднаних Націй з питань Світового океану і морського права («Консультативний процес»), покликаний поглибити дебати на Генеральній Асамблеї і сприяти ширшому розумінню питань, що розбираються в доповіді Генерального секретаря про Світовий океан та морське право, а також додатково зміцнити координацію і співпрацю в морських питаннях на міжнародному та міжрегіональному рівнях.

Перша нарада Консультативного процесу, яка відбулася у 2000 році, відкрила нову можливість для узгодженого пошуку рішень і стала великою подією в роботі над питаннями Океану.

Глобалізація міжнародних морських відносин обумовлена тим, що на сучасному етапі розвитку світової економіки, міжнародного поділу праці, науково-технічного прогресу і розвитку засобів виробництва, з одного боку, і виняткову роль Світового океану як альтернативного джерела живих і інших ресурсів, необхідних для існування всього людства, з іншого, сформувалося спільне розуміння того, що подальше використання і експлуатація ресурсів Світового океану можлива лише в разі узгодження інтересів всіх учасників міжнародних морських відносин та глобальної координації їх діяльності. В цьому сенсі без міжнародних організацій в сучасних умовах практично неможливо знайти оптимальне рішення глобальних питань, пов'язаних з нормативним регулюванням всіх видів діяльності держав в його просторах.

Для залагодження проблем, що виникають у зв'язку з основними видами морегосподарської діяльності, прийнято велику кількість договорів по морській проблематиці. Поряд з Конвенцією ООН з морського права 1982 року, на всесвітньому та регіональному рівнях налічується понад 450 договорів, що регулюють рибальство, судноплавство, забруднення з усіх джерел (з суден, з суші, в результаті скидання відходів).

Отже, на міжнародному рівні функціонує цілий ряд міжнародних організацій, чия діяльність має суттєвий вплив на розвиток морського права, а створювані цими організаціями резолюції, принципи, кодифікації і кодекси, інші документи в разі прийняття зафіксованих в документах норм державами або міжнародними організаціями, стають нормами права, або звичаями або загальними принципами права.

Литература:

1. Блажиєвська Марина Валеріївна. Імплементація норм міжнародного права: правова теорія і практика України : автореф. дис... канд. юрид. наук: 12.00.11 / Київський Національний Ун-т ім. Тараса Шевченка. - К., 2005. – 19 с.
2. Вылегжанин А.Н. Международно-правовые основы управления морскими живыми ресурсами: теория и документы. – М, 2000. – 598 с.
3. Международные неправительственные организации (правовые вопросы) : учеб. пособие для студентов юрид. спец. / Е. В. Кузнецова. – Мн. : БГУ, 2006. – 115 с.

УДК 341.225.3:347.791.3(043.2)

ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ СУДНА ТА ЙОГО ПРАПОР

Півторак Г.Ф. старший викладач Національного університету «Одеська морська академія»

Судно є одним з найдавніших винаходів людства, перші згадки про яке датуються приблизно 80-60 століттям до нашої ери [2, с.11]. Тому не дивно що термін "судно" застосовується у найдавніших пам'ятках історії. Зокрема, він доволі часто зустрічається у Законах вавилонського царя Хаммурапі. Там містяться правила, що стосуються: винагороди за побудоване судно (§ 235), за найом лоточника (§ 239), за найом парусного чи гребного судна (відповідно § 275 і § 276); а також, відповідальності за неякісно побудоване судно (§ 234), пошкодження прийнятого для перевезення вантажу (§237), за зіткнення суден (§ 240) й інші [2, с.10-24].

У Законах Ману також можна знайти термін "судно", що застосовується не лише до суспільних відносин, що виникають у торговельному мореплавстві, наприклад, те що стосується відповідальності перевізника (ст. 408 і 409 Глави VIII), а й у алегоричному порівняльному плані, щоб більш образно визначити правило поведінки. Наприклад, "як тоне у воді той хто переправляється за допомогою судна зробленого з каменя, так падають у безодню неосвічені дарувальник і одержувач" (ст. 194 Глави IV); чи, "якого результату досягає той, хто переправляється по воді на поганому судні, такого результату досягає той, хто переправляється через морок [майбутнього світу] за допомогою поганих синів" (ст. 161 Глави IX) й інші [3]. Усе це свідчить про те, що термін "судно" для даного періоду часу був дуже розповсюдженим і не потребував будь яких окремих пояснень, він вживався як щось саме собою зрозуміле, те що застосовується у повсякденному житті суспільства. І дійсно, і в Законах Хаммурапі, і в Законах Ману дефініція "судно" відсутня, нема її і у будь яких інших стародавніх джерелах.

Пізніше в історичних джерелах починають з'являються синоніми терміну "судно", які більш детально визначають характерні риси судна за його призначенням, конструктивними особливостями, типом рушія тощо. Так у давньоруській пам'ятці законодавства Руській Правді вже зустрічаються терміни "лодья", "морьская лодья", "набоиная лодья", "челнъ", "стругъ"[4, С. 48-63]. Згодом, завдяки розвитку науки і техніки та розширенню сфери діяльності людини у Світовому океані кількість синонімів терміну "судно" зросла у десятки разів, але й ці терміни не пояснюються у нормативних документах аж до середини XX століття.

Перші суднові прапори з'явилися також дуже давно. Може це були довгі вузькі флюгарки, які кріпилися у клотиків щогл і служили для визначення напряму вітру, а може щось інше. За думкою кандидата військово-морських наук, професора, контр-адмірала В.А. Дигало суднові прапори з'явилися ще на перших "найбільш ранніх етапах суднобудування і мореплавства. Фрески і барельєфи Давнього Єгипту зберегли для нащадків зображення суднових прапорів, що існували ще у XIV-XIII ст. до н.е. З роками прикрашати судна прапорами стає традицією. Судновими прапорами тих далеких часів були полотнища найрізноманітніших розмірів, форм, малюнків і кольорів. У сиву давнину вони служили відмітними зовнішніми ознаками, символами економічної могутності власника судна"[5, С.107]. На парусах і прапорах було прийнято вишивати міфологічні образи і заклинання, ліки святих, тези псалмів і молитов. На думку власника, все це повинно було захищати судно від майбутніх небезпек. Зокрема, у середині XIV ст. вважалося особливо престижним піднімати на судні прапор гігантського розміру. Так, герцог Орлеанський (король Франції Людовік XII), який командував французьким флотом у 1494 р. мав особистий штандарт довжиною понад 25 метрів, виготовлений з жовтої і червоної тафти. З обох сторін цього прапора на фоні срібних хмар була зображена Богородиця. У 1520 р. на флагманському судні англійського короля Генріха VIII вимпели і прапори були вишиті золотом [5, С. 107].

Кількість таких прапорів (штандартів, вимпелів, гюйсів, флюгарків тощо) на одному судні іноді перевищувала дюжину. Їх піднімали майже на усіх щоглах, носових, кормових і бортових флагштоках. Згодом на суднах закріпилося всього три основні місця де підіймаються прапори. Це носовий та кормовий флагштоки

і певні (окремі) щогли. Саме тут стали підіймати прапори, за якими, під час плавання судна відрізняли "своїх від чужих", а також визначали місце перебування монархів, командуючих ескадрами чи флагманів.

Розповсюдженню прапорів на суднах допомагали не лише військові кампанії, а й торговельне мореплавство, яке сприяло розвитку заморської торгівлі й поширенню культури і традицій провідних морських держав.

У стародавні часи практично усі судна ходили під прапорами монархів. Наприклад, каравели Колумба принесли у Новий світ прапор Кастильской корони, прапор короля Португалії Мануеля визначав судна Васко де Гама, завдяки Магеллану прапор імператора римської імперії Карла V вперше у світі оминув Земну кулю. Як відзначає іспанський історик, письменник, натураліст і етнограф Гонсало Фернандес де Овьедо-і-Вальдес, іспанський конкістадор Васко Нуньес де Бальбоа вийшовши на узбережжя Тихого океану "схопив прапор із зображенням Діви Марії і маленького Ісусу, у ніг яких красувався герб Кастилії і Ліона, й увійшов у солену вологу"[6, С. 27].

У північному Причорномор'ї суднові прапори також з'явилися задовго до появи централізованої держави. Ще древньогрецькі літописці зазначали, що у морських походах східних слов'ян на Царгород човни русичів мали два прапори: один прямокутний, інший з кутом вирізаним за зовнішньою стороною косицями. Такі прапори пізніше стали обов'язковими атрибутами чайок і стругів, на яких запорозькі й донські козаки здійснювали відважні походи через Чорне море до Константинополю, Сінопу й інших турецьких міст[7].

Дослідженню історії суднових прапорів присвячено багато наукових і публіцистичних робіт. Серед найбільш відомих авторів цих робіт можна назвати К. Альярда, О.М. Басова, К.А. Іванова, М.О. Кузнецова, К.К. Мамаєва, У.Сміта. Саме Уітні Смітом у 1958 р. було введено поняття вексиллології, як науки, що вивчає прапори, знамена, вимпели, штандарти тощо. А однією з найстаріших робот з цієї проблематики, що дійшла до нашого часу, вважається робота Карла Альярда "Корабельні прапори" видана у Голландії у 1705 р. Цю книгу було перекладено російською й у 1709 р. і у 1911 р. видано у декількох видавництвах Росії.

На усіх етапах використання прапорів їх вважали святинею і передбачали покарання за їх пошкодження. Так, згадку про це можна знайти ще у Законах Ману. Згідно ст. 285 Глави IX той хто псував прапор повинен був "все виправити і сплатити п’ятсот пан".

Таким чином, навіть дуже короткий екскурс у історію дозволяє говорити про те, що морські прапори стали відмітними знаками військових кораблів і торговельних суден дуже давно. На певних етапах розвитку мореплавства, одні з них вказували на приналежність судна тому чи іншому монарху, другі сповіщали до якого порту приписано судно, треті служили знаками торговельної компанії, четверті визначали місце перебування командуючих ескадрами чи флагманів тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чечитко Ю.Т., Потеряйло Я.И. История морского флота: В 2 вып. – Одесса: ОГМА, 1992. – Вып. 1. – 124 с.
2.Законы Хаммурапи, царя Вавилона // Хрестоматия по всеобщей истории государства и права. Учебное пособие / Сост.: В.Н. Садиков, Под ред.: З.М. Черниловский. – М.: Гардарика, 1996. – С. 10–24.
3.Законы Ману. Пер. С.Д. Эльмановича, проверенный и исправленный Г.Ф. Ильиным. – М.: Ладомир, 1992. – 360 с.
4. Пространная Русская Правда (по Троицкому списку второй половины XIV в.) Судъ Ярославль Володимеричь Правда Русьская // Хрестоматия по истории СССР с древнейших времен до 1861 года / Сост. – П.П. Епифанов и О.П. Епифанова. – М.: Просвещение, 1987. – 398 с.
5. Дыгало В.А. Откуда и что на флоте пошло. – М.: Крафт+, 2000. – 384 с.
6. Открытие Тихого океана Бальбоа *I* Хрестоматия по истории средних веков / Под редакцией Н.П. Грацианского, С.Д. Сказкина. – М.: Учпедгиз, 1950. – 348 с.
7.Законы Ману. Пер. С.Д. Эльмановича, проверенный и исправленный Г.Ф. Ильиным. – М.: Ладомир, 1992. – 360 с.

УДК 341.225.5:347.793(477)(043.2)

СУЧАСНІ МЕХАНІЗМИ ЗАХИСТУ ПРАВ МОРЯКІВ НА МІЖНАРОДНОМУ ТА НАЦІОНАЛЬНОМУ РІВНЯХ

Савич О.С.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Моряки відносяться до категорії трудових мігрантів, їх професійна діяльність здійснюється за межами Української держави. У цих умовах забезпечення їхніх прав неможливе без застосування положень міжнародного морського права, що робить надзвичайно актуальним приєднання України до важливих міжнародно-правових документів та їх імплементацію в національне законодавство. Проблема захисту трудових прав моряків не може бути вирішена зусиллями окремих держав, а ефективність прийняття заходів залежить насамперед від поєднання національних засобів із міжнародним співробітництвом. Тому, створення

та дотримання міжнародно-правових стандартів праці моряків стало проблемою міжнародного рівня, вирішення якої можливе тільки в рамках міжнародного співробітництва.

На міжнародному рівні основна правотворча діяльність у цій сфері покладена на Міжнародну організацію праці та Міжнародну морську організацію, безпосередньо діяльність у сфері захисту моряків покладена на Міжнародну федерацію транспортних працівників.

Головну роль у прийнятті і застосуванні міжнародних трудових норм відіграє Міжнародна організація праці. Україна, на жаль, не застосовує низку документів, розроблених МОП, які могли б заповнити всі прогалини у сфері регулювання та захисту нашою державою особистих прав моряків. Зокрема, Україною так і не були ратифіковані конвенції МОП: №71 про пенсії морякам, №91 про оплачувані відпустки морякам, №134 про запобігання виробничим нещасним випадкам серед моряків, №165 про соціальне забезпечення моряків, №186 про працю в морському судноплавстві та ряд інших важливих міжнародних актів [1].

Приймаючи до уваги той факт, що Україна є одним з найбільших у світі постачальників моряків для світового флоту [2], надзвичайно важливим є доведення до завершення великого об'єму робіт для ратифікації MLC 2006, аби не залишити в подальшому без захисту українських громадян, які працюють на суднах іноземних судновласників. Однак, прийняття поправок до вищеназваної конвенції, вимагає проведення додаткових робіт.

Міжнародною організацією праці розроблений механізм співпраці з питань взаємодії з МОП. На практиці соціальні партнери в будь-якій державі, яка є членом МОП, повинні визначити зміст і форму трибічної співпраці. Є достатньо актуальним створення морських трибічних комітетів за участю всіх представницьких організацій судновласників і моряків, включаючи інших працедавців, таких як крюінгові компанії. Актуальним було б створення зазначеного комітету, який би займався питаннями застосування морських трудових стандартів.

Безпека мореплавства — найважливіша мета ІМО. В межах організації діє Комітет з безпеки на морі, який займається усіма питаннями, пов'язаними з безпекою судноплавства, а також вирішує проблеми безпеки на морі та боротьби з піратством і збройним розбоєм проти суден.

В рамках ITF, морськими проблемами займається Спеціальний департамент моряків, до складу якого входять: відділ по угодах, що розглядає угоди, укладені між екіпажами і судновласниками і що видає так звані «блакитні сертифікати», які свідчать про те, що вказана угода схвалена МФТ; відділ по претензіях, куди поступають всі скарги і претензії моряків; відділ по діях на суднах, що розробляє і координує заходи, спрямовані на задоволення вимог моряків (наприклад, страйки).

Моряки при необхідності можуть зв'язатися з ITF різними способами – електронний лист, факс, телефонній дзвінок, ITF навіть був розроблений телефонний додаток для більш швидкого та легкого зв'язку. Інший спосіб – зв'язатися з місцевим профспілкам – членом ITF, або з інспектором ITF у порті заходу. Всі контактні дані публікуються в брошурі «Message to seafarers», що випускається ITF на декількох мовах, така пам'ятка обов'язково повинна бути на борту судна.

Відповідно до міжнародних стандартів в Україні сформовано систему органів державної влади, які покликані вирішувати питання забезпечення конституційних прав моряків, а також сприяти запобіганню таким негативним явищам, як потрапляння у піратський полон. Таку систему передусім становлять провідні центральні органи виконавчої влади, до функцій яких віднесені ці питання: Міністерство інфраструктури України, Міністерство закордонних справ України, Міністерство соціальної політики України, а також Служба зовнішньої розвідки України.

Специфіка їхньої діяльності з захисту та дотримання прав моряків полягає у наступному: до сфери управління Міністерства інфраструктури України належить Інспекція з питань підготовки та дипломування моряків, яка постійно створює постійно діючі Вищі кваліфікаційні комісії, які вирішують питання відповідності моряка з професійної точки зору. Також, Інспекція веде реєстр усіх виданих на території України морських документів з метою контролю їх легітимності. У разі, якщо у моряка виникли проблеми з правоохоронними органами іншої держави, він може звернутися за допомогою до українського консульства в державі перебування, це питання підконтрольне Міністерству закордонних справ України. Згідно з Наказом Міністерства соціальної політики України було створено Міжвідомчу робочу групу з питань контролю за діяльністю суб'єктів господарювання, які надають послуги з посередництва у працевлаштуванні за кордоном. Ця група є однією з контролюючих структур за діяльністю агенцій з найму та працевлаштування моряків, і, на нашу думку, її діяльність послугує усуненню крюїнгів, які працюють з порушеннями законодавчої бази. Ще одним органом, який надає допомогу морякам у разі необхідності є Служба зовнішньої розвідки України, в рамках якої діє оперативний підрозділ з боротьби з піратством «Сперп».

На сучасному етапі, здійснюваної внутрішньодержавної діяльності у сфері захисту, дотримання та відновлення порушених прав моряків недостатньо для повноцінного регулювання зазначеної сфери. За сприяння державних органів вирішуються такі проблеми, як залишення судновласником судна разом з моряками, потрапляння у полон до піратів або смерть моряка. У разі виникнення у моряка матеріальних вимог до судновласника тощо, моряк може звернутися за допомогою лише до неурядових структур.

На сьогоднішній день, громадський контроль за дотриманням прав моряків та діяльність з ліквідації наслідків порушення їхніх прав здійснюється як на міжнародному, так і на національному рівнях. Існує велика кількість організацій та приватних юристів, які можуть надати кваліфіковану допомогу морякам, які її потребують.

Найчастіше українські моряки звертаються за допомогою з наступних питань: невиплата заробітної плати, невиплата компенсацій за наднормову працю, невиплата допомоги за хворобою, та відмова в наданні медичної допомоги, зокрема, у покритті витрат на медичну допомогу за наявності підтверджувальних документів, невиплата компенсації у зв'язку з втратою моряком працездатності, невиплата компенсації у зв'язку зі смертю моряка. Моряки також зіштовхуються з порушенням правил репатріації, недотриманням вимог до житлових приміщень на борту судна, умов праці, відпочинку, харчування та столового обслуговування, з проявами дискримінації або жорстокого поводження на борту судна.

Якщо права моряків усе ж таки були порушені, вони можуть звернутися до профспілок, членами яких вони є, або міжнародних благодійних організацій, таких як «Mission to Seafarers», «Apostleship of the Sea», «The Pan European Organisation of Personal Injury Lawyers (PEOPIL)», «Human Rights at Sea» або Благодійної організація «Фонд допомоги морякам «Асоль»». Також, моряк може звернутися до юридичних організацій, які надають консультаційну та практичну допомогу у сфері захисту та відновлення порушених прав моряків. Прикладами таких правозахисників є Юридичне бюро Сергєєвих, міжнародна юридична служба «Interlegal» та приватні юристи, які працюють у сфері морського права.

При Національному Університеті «Одеська морська академія» працює юридична клініка, в якій курсанти, під керівництвом викладачів Університету, надають консультації моряка з різноманітних питань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. International Labour Organization. [Електронний ресурс] : база даних Міжнародної організації праці. – Електронні дан. – Режим доступу до док. : http://www.ilo.org/budapest/countries-covered/ukraine/WCMS_470662/lang--en/index.htm
2. Manpower report. The global supply and demand for seafarers in 2015. http://www.ics-shipping.org/docs/manpower-report-2015-executive-summary

УДК 347.795.3(477)(043.2)

МІСЦЕ ТА РОЛЬ ІНСТИТУТУ ТРАНШИПМЕНТУ В УКРАЇНІ

Сурілова А. О.,
Національний університет «Одеська морська академія»

Трансшипмент (англ. Transshipment - перевалка) в лінійному судноплавстві означає умова коносамента, згідно з яким перевізник може в будь-який час і з будь-якої причини вивантажити з судна вантаж або будь-яку його частину, складати його на березі, перевантажити на інше судно, залишаючись при цьому відповідальним за виконання договору перед власником вантажу. Однак, термін «трансшипмент» в практиці міжнародного судноплавства застосовується не тільки для відображення вищеназваного умови коносамента, але і для позначення особливого режиму перевалки контейнерів, при якому вони не покидають територію порту, а при більш лояльною формі їх митного оформлення перевантажуються з одного судна на інше та йдуть в порт призначення. Таким чином, трансшипмент - це спрощена схема оформлення транзиту контейнерних вантажів, які не виходять за межі пункту пропуску або зони митного контролю, в повідомленні «море-море» [1].

Процедура обробки вантажів в режимі трансшипменту використовується в світовій практиці на протязі тривалого періоду часу і стосується вантажів, що переміщуються тільки із застосуванням контейнерів. Однак, основною ознакою, що визначає зміст поняття «трансшипмент» є не стільки особливість використовуваних засобів транспортного обладнання, скільки специфіка реалізації митних операцій щодо їх оформлення.

На сьогодні цей вид транзиту вантажів набуває все більшого значення у діяльності морегосподарського комплексу та у митній справі України. Контейнерні перевезення — найбільш затребуваний і перспективний вид транспортування вантажів, найбільш динамічний, економічно вигідний та екологічно безпечний. До них залучено багато організацій і підприємств. Наприклад, в Одеській області в цій сфері зайнято понад 50 тис. осіб. Проте, відсутність в українському законодавстві правової регламентації такої транспортної операції як трансшипмент суттєво впливає на стан вантажообігу портів України. Внаслідок прогалин нормативної бази з проходженням контейнерних вантажів в українських портах за останні роки виникає дуже багато проблем, через це вантажопотоки надходять до портів інших країн. Начальник служби логістики та комерційної роботи Одеського морського торговельного порту В.І. Вороний у своїй статті

«Перспективы оптимизации таможенного регулирования трансшипмента в портах Украины», що була опублікована на сторінках науково-аналітичного журналу «Митна справа», запропонував внести зміни до Закону України «Про транзит вантажів», які дозволять спростити процедури митного оформлення товарів, що переміщуються транзитом водними видами транспорту у контейнерах. Такі зміни дозволять привести ці процедури у відповідність до встановлених міжнародних норм та стандартів. Автор статті зауважив, що ці пропозиції є результатом спільної думки фахівців Одеського та Іллічівського портів, яка була сформульована на зібранні колективів цих підприємств. Вони були підтримані Міністерством транспорту та зв'язку України (з грудня 2011 — Міністерство інфраструктури України згідно з Указом Президента України » від 9 грудня 2012 року №1085 «Про оптимізацію системи центральних органів виконавчої влади), яке спільно з Державною службою морського та річкового транспорту підготувало законопроект щодо втілення цих пропозицій у чинне законодавство країни. В ньому ці пропозиції були ретельно аргументовані не тільки з правової точки зору, але й з точки зору фінансових здобутків. Верховна Рада України миттєво відгукнулася на цей законопроект та прийняла його в якості Закону, що був підписаний Президентом України 1 червня 2010 р. В Законі України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення митного оформлення транзитних вантажів» [2] передбачено, що статтю 6 Закону України «Про транзит вантажів» після частини четвертої буде доповнено двома новими частинами такого змісту: «Декларування транзитних вантажів, що переміщуються морським і річковим транспортом, відповідно до вимог законодавства України здійснюється за поданням митним органам коносамента (Bill of Lading) та вантажної митної декларації».

З 2010 року в портах для суден запроваджено режим «вільної практики». Основна її ціль полягає в уникненні подвійного оформлення документів — до приходу і по приходу судна. Вперше в практиці оформлення вантажу службою інформаційних технологій Одеського порту була розроблена драфт-система, до якої можуть підключитися усі лінійні агенти. Згода підключитися до цієї системи була отримана майже від усіх контролюючих органів. Таким чином, дозвільні відмітки і передача усіх необхідних документів для обробки судна за принципом вільної практики здійснюватиметься в електронному вигляді. Тобто, агент відправляє на веб-портал Одеського порту необхідну інформацію в одному комплекті. Усі контролюючі служби бачать ці дані і приймають відповідні рішення. В Одеському порту в цьому режимі оброблено близько 250 суден, в основному це контейнеровози. Таким чином, «вільна практика» дала змогу зекономити майже 500 годин [3]. Але це далеко не та практика, що застосовується в портах світу. Електронний обмін інформацією впроваджено лише на 70%. А деякі контролюючі служби, як і раніше, вимагають усі документи в паперовому вигляді, не дивлячись на Постанову Кабінету Міністрів «Про затвердження Порядку переміщення товарів у пунктах пропуску через державний кордон, що розташовані на території морських портів України, під час контейнерних перевезень у прямому змішаному сполученні» від 2 квітня 2009 року № 320 [4], що передбачає спрощений порядок оформлення контейнерів по схемі трансшипменту з використанням коносамента в якості транзитної декларації

Висновки. Морська індустрія дедалі більше рухається в бік віялової мережі перевезень, тому трансшипмент, особливо трансшипмент контейнерів, має зайняти більшу нішу в діяльності морських портів України. Для України це може бути причиною отримання безперечних економічних вигод у розмірі близько 60 млн доларів додаткового річного прибутку [5]. Отже, можна сказати, що трансшипмент для України має безперечні економічні перспективи, однак правове регулювання цього процесу в нашій країні ще не досягло належного високого рівня. Цей вид транзиту потребує офіційного закріплення у митному законодавстві України. Тому існує важливість розвитку законодавчої бази й практичної реалізації програм та інфраструктурних проектів для залучення інвесторів і створення необхідних господарсько-правових та митних умов для режиму трансшипменту, що надасть змогу морським портам України стати центрами трансшипменту в Причорноморському регіоні.

Список літератури:

1. Васьков Ю.С. Трансшипмент играет важную роль в борьбе за транзит / Ю.С. Васьков [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cfts.org.ua/opinions/40833.

2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення митного оформлення транзитних вантажів: Закон України від 01.06.2010 р. // Відомості Верховної Ради України. - 2010. № 30. - Ст. 400.

3. Михайлова В. Трансшипмент как зеркало транспортных проблем / В. Михайлова // Порты Украины. - 2010. - №8. - С. 36-39.

4. Про затвердження Порядку переміщення товарів у пунктах пропуску через державний кордон, що розташовані на території морських портів України, під час контейнерних перевезень у прямому змішаному сполученні: Постанова Кабінету Міністрів України від 2 квітня 2009 р. № 320 // Офіційний вісник України. - 2009. - № 26. - Ст. 870.

5. Про внесення змін до Закону України «Про транзит вантажів» : Пояснювальна записка до про- екту Закону України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=34857. Анотація Подцерковний О. П., Сіюшов Д. Ю. Законодавчі проблеми трансшипменту в контексті розвитку морських портів України. – Стаття.

Секція. 13.
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 005:621.1:338.28

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ІНВЕРСНИХ ТЕМПЛЕТОВ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОЕКТУ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПОРТУ

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

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.

На підставі виконаного аналізу основних характеристик морських портів України, перспективних проектів їх розвитку та сучасних засобів проектування генеральних планів портів визначено, що актуальним науково-прикладним завданням слід вважати скорочення термінів попереднього погодження розташування об’єктів портової інфраструктури в рамках створюваного генерального плану порту.

Ці обставини формують запит практики на вдосконалення інструментів проектування генеральних планів портів.

Виконаний аналіз основних напрямків розвитку портового господарства України, а також проблем застосування складного за своєю будовою програмного забезпечення потребує комплексного підходу щодо формування генерального плану порту, який базується на методах системотехніки.

У відповідності до [1] генеральний план морського порту компонується з урахуванням наступних основних умов:

– забезпечення загальних розмірів території, які задовольняють вимогу раціонального розміщення берегових об'єктів, безпосередньо реалізують технологічні та виробничі функції порту незалежно від форм власності та відомчої підпорядкованості;

– забезпечення загальних розмірів акваторії, які відповідають умовам безпечного маневрування і підходу суден до причалів, зручної та безпечної роботи транспортних судів, портового флоту і технічних засобів при виконанні вантажних і пасажирських операцій, постачанні, обслуговуванні і відстої суден;

– забезпечення зручного і надійного примикання внутрішніх портових транспортних комунікацій до мереж магістральних залізниць та автомобільних доріг;

– поєднання з компонуванням сусідніх промислових підприємств і суміжних населених пунктів із проектом (схемою) районного планування;

– переважного розміщення портових об'єктів в промисловій зоні міста з дотриманням санітарних зон.

Головним принципом при компонуванні генерального плану порту є виконання принципів прямоточності, мінімізації вантажообігу, найкращого використання площ та об’ємів.

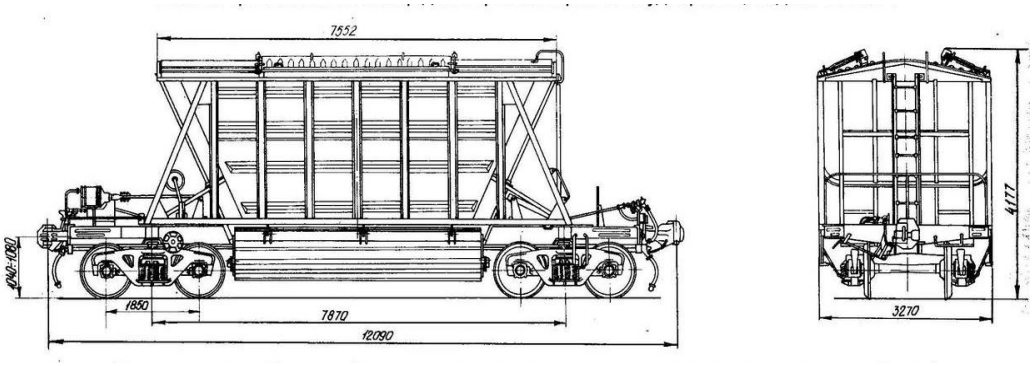
Компонувальні схеми виконуються у формі технічних схем-креслень. Компонувальні схеми служать основою завдання на розробку архітектурно-будівельної частини проекту, монтажного плану устаткування, завданням на проектування групових й індивідуальних фундаментів під устаткування.

Розроблене на підставі компонувальних схем технологічне планування виступає ключовим документом для виконання спеціальних частин проекту (розробки систем вентиляції, водопостачання, каналізації, опалення, електрозабезпечення, тощо).

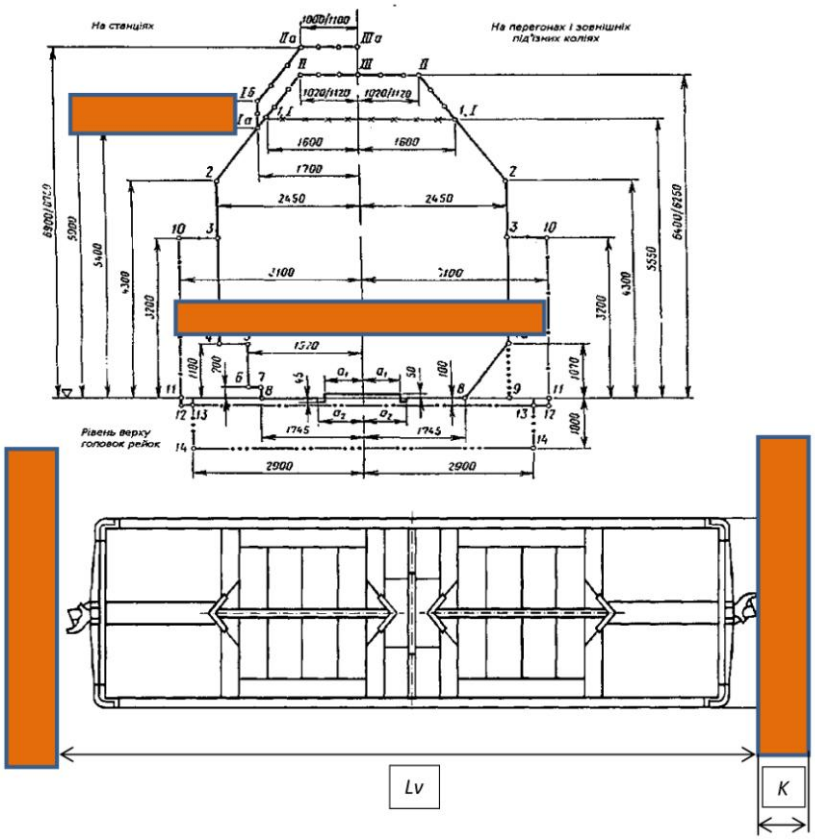
Оскільки у кресленнях технологічних планувань генерального плану порту зображуються габарити об’єктів портової інфраструктури, то виконанню таких креслень може передувати їх проектування на основі методу темплетного макетування.

З метою моделювання темплетов основних елементів генерального плану порту було визначено основні елементи портової інфраструктури, які розташовуються на земельній ділянці. До них віднесено: контейнери, різноманітні типи залізничних вантажних вагонів, зерносховища, залізничні колії, будівлі

господарчі та технологічні, автомобільні шляхи, вантажні крани різних типів, складські приміщення [2,3]. На підставі виконаного аналізу було визначено їх «нульові» (наприклад, рис.1.а) ортогональні проекції, та розроблені інверсні темплети, які наведено на рис. 1.б.



а)



б)

Рисунок 1 – Загальний вигляд поперечного розрізу вантажного вагону та образу інверсного темплету залізничних вагонів різного типу: Lv – довжина вантажного вагону *i* – го типу; K – ширина «червоної» зони інверсного темплету.

Наводяться розроблені темплети основних елементів портової інфраструктури та приклади проектування на їх основі «сухих портів».

Перелік посилань

1. Нормы технологического проектирования морских портов [Електронний ресурс] – Режим доступу /http://www. complexdoc.ru›ntdpdf/551628…morskikh_portov
2. Альбом справочник грузовых вагонов колеи 1520 мм [Електронний ресурс] – Режим доступу http://myrailway.ru/wagon
3. ДСТУ Б В.2.3-29:2011 Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD)

УДК 005:621.1:338.28

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СУДОВ ПОРТОФЛОТА

Ю.Н. Харитонов, В.В. Голеншин, М. Ю. Харитонов
Украина, Центр прикладных исследований в энергетике Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова

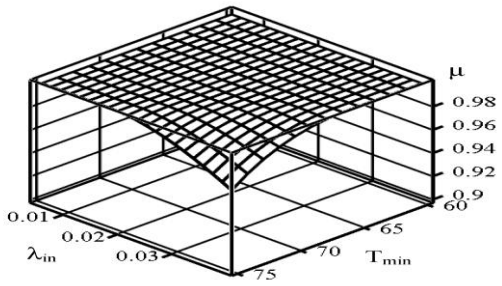
Повышение показателей надежности и эффективности эксплуатации энергетических установок судов портофлота является актуальной научно-прикладной задачей [1].

В настоящее время в Центре прикладных исследований в энергетике Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, в рамках проводимого комплекса работ по повышению энергетических характеристик объектов портовой инфраструктуры разрабатываются перспективные типы теплоаккумулирующих систем (ТАС), в том числе, для судовых энергетических установок судов портофлота.

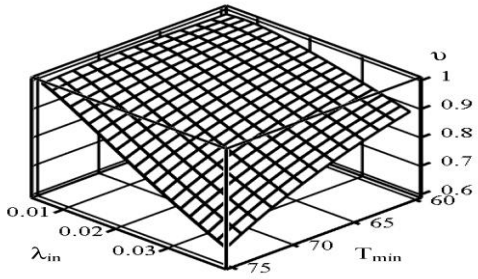
Одним из важнейших этапов создания ТАС следует считать этап математического моделирования. Рассмотрен комплекс моделей, который включает в себя математические описания свойств веществ, рабочих характеристик различных конструктивных элементов, математические модели процессов, протекающих в тепловом аккумуляторе и другие.

Обсуждаются вопросы математического моделирования теплоаккумулирующих систем: поскольку имеется резкое изменение теплоемкости, теплопроводности и плотности теплоаккумулирующего материала в районе точки плавления – Тпл искусственно вводится диапазон температур [Тпл – Δ, Тпл + Δ], в котором проводится сглаживание изменения данных величин(для этого используется понятие условной теплоемкости и теплопроводности); математическое описание процессов теплообмена между теплоносителем и теплообменной поверхностью основывается на известных критериальных уравнениях с учетом особенностей поверхностей, типа теплоносителя и др., [2,3].

Приводятся начальные условия и основные допущения, принятые при моделировании капсулированных тепловых аккумуляторов, а также результаты расчета (рис.1, 2). В качестве основного теплоаккумулирующего материала в ТАС используется смазочное масло, а в качестве капсулированного теплоаккумулирующего материала – октагидрат гидроксида бария и гексагидрат нитрата магния.

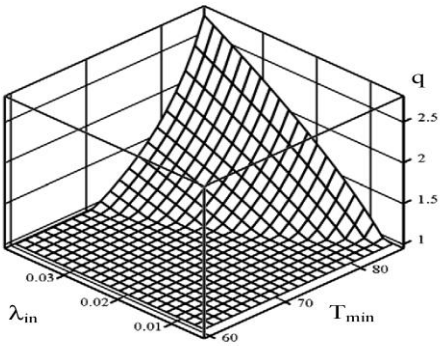


а) уменьшение массы ТА

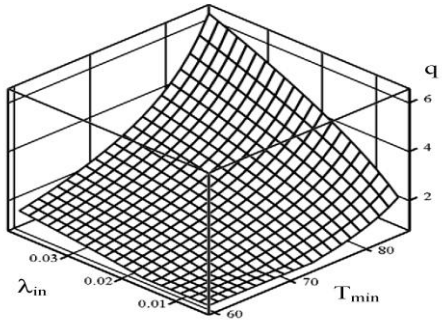


б) уменьшение объема ТА

Рисунок 1 – Относительное уменьшение массогабаритных параметров теплоемкостного ТА (без свободного объема, масса смазочного масла – 40 кг) при использовании капсулированного октагидрата гидроксида бария



а) минимизация массы ТА



б) минимизация объема ТА

Рисунок 2 – Сравнение количества запасенной тепловой энергии в двух типах ТА (со свободным объемом, масса смазочного масла – 40 кг, 12 часов) при использовании капсулированного гексагидрата нитрата магния

Список литературы

1. Харитонов Ю.Н. Объекты портовой инфраструктуры Украины: состав судов и плавсредств портофлота [Текст] / Ю.Н. Харитонов, В.И. Шалухин – Судостроение и морская инфраструктура – Миколаїв: НУК №1(1), 2014., С. 23-27

2. Экспериментальные исследования температурного состояния оборудования и корпусных конструкций в машинном отделении малотоннажного судна / В.В. Голеншин, В.И. Шалухин, А.В. Варшамов // Вісник Інженерної академії України. – 2011. – № 2. – С. 159–162.

3. A review of phase change materials for vehicle component thermal buffering. Jankowski N.R., McCluskey F.P. Applied Energy. Elsevier, 2014. Т. 113. С. 1525-1561. Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.08.026.

УДК 005:621.1:338.28

МОДЕЛЮВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПОРТУ: ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ РАЦІОНАЛЬНОГО БАЗУВАННЯ СУДЕН ПОРТОФЛОТУ

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

Одним з напрямків вирішення проблеми розвитку портової інфраструктури слід вважати вдосконалення функціонування портового флоту. В рамках даного напрямку важливим аспектом підвищення ефективності його експлуатації виступає задача вибору місця розташування бази суден портового флоту. Вирішення цієї задачі пов'язане з питаннями забезпечення безпечного судноплавства в акваторії порту, ефективного вирішення питань роботи суден портофлоту в екстремальних та надзвичайних ситуаціях, тощо.

Показано, що вирішення цієї задачі повинно досягатися шляхом розробки моделей програмно-цільового розвитку, заснованих на збалансованому використанні існуючих і новітніх технологій.

Виконаний аналіз основних напрямків розвитку портового господарства, потребує наукового підходу щодо формування ефективної системи функціонування суден портофлоту, який базується на методах системотехніки.

Вирішення питань розташування місця базування суден портового флоту вирішується з урахуванням наступних основних умов [1,2]:

– забезпечення загальних розмірів акваторії, які відповідають умовам безпечного маневрування і підходу суден до причалів, зручної та безпечної роботи транспортних суден, суден портового флоту і технічних засобів при виконанні вантажних і пасажирських операцій, постачанні, обслуговуванні і відстої;

– забезпечення загальних розмірів території, які задовольняють вимогу раціонального розміщення берегових об'єктів, безпосередньо реалізують технологічні та виробничі функції порту незалежно від форм власності та відомчої підпорядкованості.

Метою моделювання місця розташування бази суден портового флоту було визначення його раціональних координат.

Для даного дослідження в якості попереднього критерію приймалося значення найменшої сумарної відстані до визначених координат акваторії порту:

$$L_c = 2\sum_{i=1}^{n} l_i \rightarrow \min,$$

де l_i – відстань від місця базування суден портофлоту до і – координати акваторії порту.

В якості координат акваторії порту приймалися координати причалів, або місць з якими найбільш часто контактують судна портового флоту в процесі свого функціонування:

$$l_i = f(x_i, y_i).$$

Ієрархія можливих варіантів розташування місць проводилась у відповідності до визначення L_c, тобто чим менше її значення, тим даний варіант є кращим. Однак, при реальному визначені координат місць розташування бази суден портофлоту необхідно враховувати інші фактори, наприклад: можливість реалізації даного варіанту в реальних умовах функціонування порту, вартість перенесення або створення нової бази, тощо:

$$(x_0, y_0) = f(x_i, y_i, C),$$

де C – вартість заходів з організації базування.

На підставі розробленої моделі було виконано імітаційне моделювання

визначення місця базування суден портофлоту для реальної акваторії та географічних координат ряду морських портів України (рис.1,2).

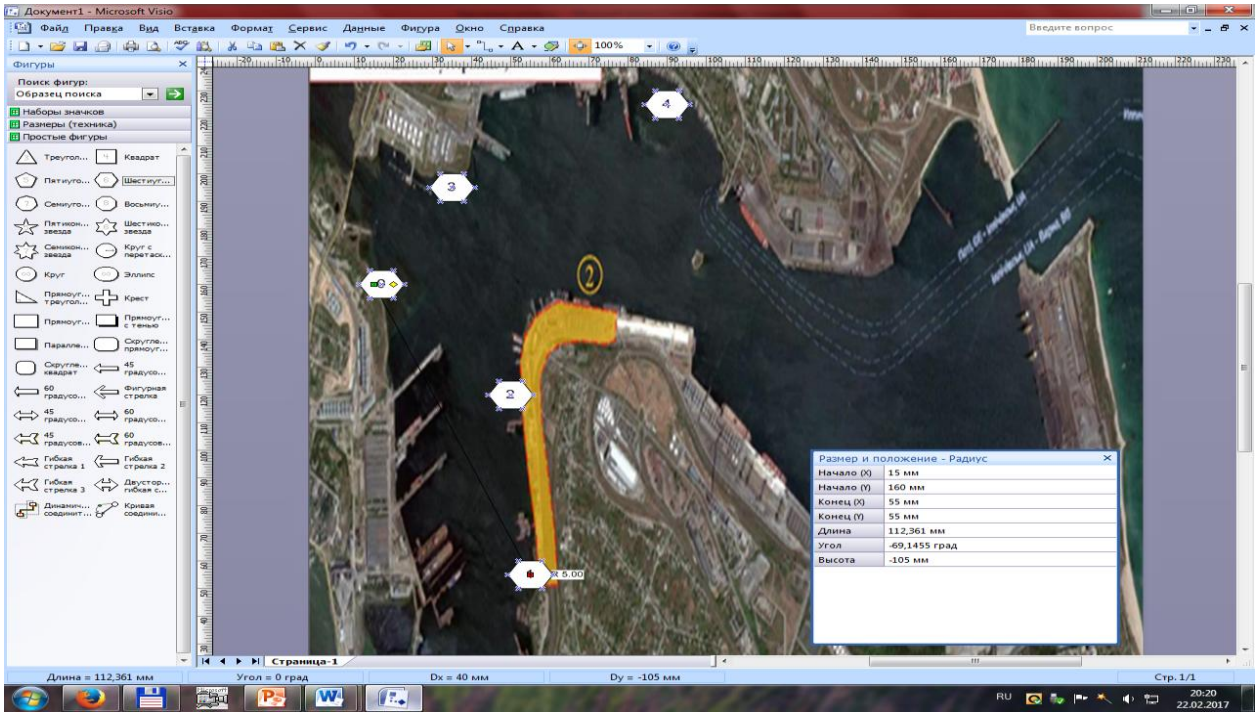


Рисунок 1– Фрагмент імітаційного моделювання розташування бази суден портофлоту в Іллічівському порту (варіант 1) :0 – база суден портофлоту,1,2,3,4 – місця обслуговування.

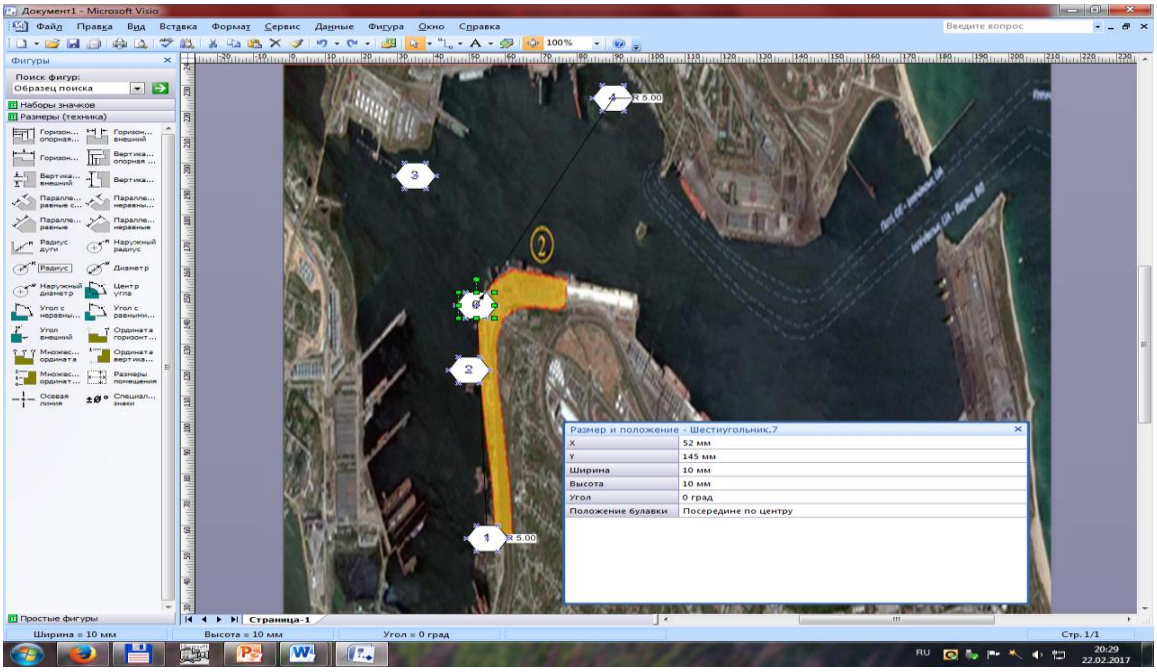


Рисунок 2 – Фрагмент імітаційного моделювання розташування бази суден портофлоту в Іллічівському порту (варіант 2) :0 – база суден портофлоту,1,2,3,4 – місця обслуговування.

Вибір варіантів місця розташування бази портового флоту забезпечується розробленою імітаційною моделлю за допомогою електронних зображень в форматі програмного забезпечення MS Visio [3]:

Варіант 1 : $L_c = 2\sum_{i=1}^{n} l_i = 601{,}2$ відносних одиниць відстані;

Варіант 2 : $L_c = 2\sum_{i=1}^{n} l_i = 513{,}9$ відносних одиниць відстані;

Варіант 3 : $L_c = 2\sum_{i=1}^{n} l_i = 696{,}0$ відносних одиниць відстані.

Показано, що розробку місця розташування бази портового флоту необхідно здійснювати з урахуванням відповідних технічних вимог та норм, які регламентуються правилами техніки безпеки, промислової санітарії, технологічними обмеженнями,тощо.

Перелік посилань

1. Нормы технологического проектирования морских портов [Електронний ресурс] – Режим доступу /http://www. complexdoc. ru› ntdpdf / 551628…morskikh_portov
2. Kalmar SmartPort Solutions [Електронний ресурс] – Режим доступу /http://navis. com/ Kalmars martport-solutions
3. Дебби Валковски. Microsoft Office Visio 2003 для «чайников» = Visio Dummies. — М.: «Диалектика», 2006. — С. 336.

УДК 005:621.1:338.28

МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

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

Виконаний аналіз наукових досліджень, реалізованих проектів і програм розвитку систем енергопостачання дозволив виявити системні конфлікти, що виникають при реалізації функцій управління: відсутність комплексності підходів, узгодженості цілей, принципів задоволеності всіх учасників та інше [1]. Ці обставини вказують на необхідність розробки концептуальної моделі управління проектами і програмами розвитку систем енергопостачання об'єктів портової інфраструктури (ОПІ). У загальному випадку процес реформування систем енергопостачання ОПІ передбачає їх структурно-параметричне вдосконалення за допомогою реалізації проектів і програм.

Реалізація розробленної моделі управління (рис.1) забезпечується існуючими зв'язками і закономірностями процесів управління проектами і програмами з наявною базою знань, яка виступає у вигляді артефактних (АПР) і креативних проектних рішень, а також з технологічним забезпеченням сукупності стандартизованих технологій обміну інформацією та даними, веденням та використанням інформаційних банків даних, урахуванням питань інформаційної безпеки, інформаційно-телекомунікаційних систем і мереж, які функціонують на основі єдиних принципів і за загальними правилами та стандартами, які забезпечують інформаційну взаємодію організацій, а також задоволення їх інформаційних потреб.

Артефактні проектні рішення являють собою сукупність закінчених, реалізованих і нереалізованих проектних ідей, які мали місце протягом усього життєвого циклу та архівовані за певними правилами [2]. Серед артефактних проектних рішень слід розрізняти АПР, які пройшли апробацію і довели свою відносну корисність, а також АПР, які не отримали свого розвитку в рамках програми або проекту . Концептуальна модель у відповідності до прийнятої гіпотези має два взаємодіючих поля: моделей проактивного управління проектами та єдиного інформаційного простору, який представлено змістом інформаційної системи.

Ухвалення рішення про ініціювання проекту здійснюється ОПР на основі моніторингу індикативних показників, з урахуванням фазового стану систем

Визначення класифікаційних характеристик проекту дозволяє наступні процеси управління, пов'язані з формуванням і реалізацією проекту на всіх його етапах, здійснювати з урахуванням артефактних рішень і контурів креативних рішень, генерованих протягом усього життєвого циклу проекту.

Результатами управління і реалізації проектних завдань слід вважати артефактний проект і реформовану систему енергопостачання та енергозабезпечення.

Після завершення проекту інформаційні масиви даних розподіляються в зоні знань про проекти у відповідність з прийнятими ознаками.

Необхідність комплексного вирішення проблем управління проектами обумовлює наявність в моделі єдиного інформаційного простору, що дозволяє реалізовувати такі основні принципи розробки проектів і програм: доступность до інформації; забезпечення на муніципальному і регіональному рівнях державної політики в сфері енергопостачання, енергозбереження; реалізовувати принципи єдності технічної, технологічної, економічної, організаційної політики проектів і програм.

Запропонована модель управління проектами розвитку систем енергопостачання ОПІ відповідає поняттю концептуальності за ознаками узгодженості цілей, відкритості, можливості реалізації, комплексності підходу та ін.

Розроблена концептуальна модель управління проектами розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання ОПІ покладена в основу послідуючих досліджень.

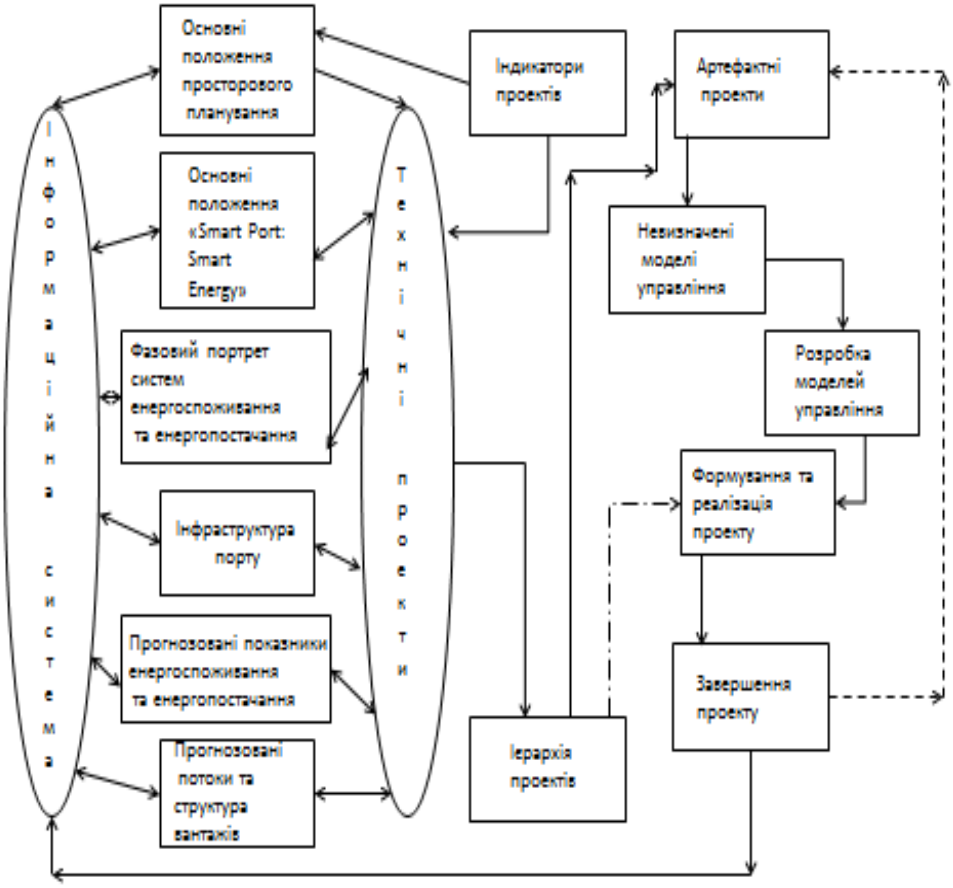


Рисунок 1 – Концептуальна модель управління проектами розвитку систем енергопостачання ОПІ енергопостачання та енергозабезпечення, які в сукупності дозволяють класифікувати можливі проекти реконструкції.

Перелік посилань

1. Project Management Institute. Global Standard. Руководство к Своду знанийпо управлению проектами (Руководство PMBOK®) — Пятое издание, ISBN 978-1-62825-008-4.
2. Харитонов Ю.Н. Модель проактивного управления в проектах реконструкции муниципальных систем теплоснабжения [Текст] /Ю.Н. Харитонов // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал:– Київ, 2010.– №3-4.–С.284-287

УДК 005:621.1:338.28

КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЕКТІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

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

Одним з основних факторів, який суттєво впливає на розвиток та ефективність проектів та програм розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання об'єктів портової інфраструктури (ОПІ) слід вважати практичну відсутність моделей та механізмів управління проектами стосовно предметної області досліджень, що за умов наявності значного потенціалу портів України робить науково-прикладну задачу їх створення актуальною, такою що має загальнодержавне значення.

Серед напрямків підвищення ефективності управління проектами слід вважати напрям, пов'язаний з використанням проактивних моделей управління, які базуються на класифікації проектів, що в загальному випадку забезпечує скорочення часу на формування змістовної частини процесів управління.

Виконаний аналіз існуючих класифікаційних ознак, які стосуються проектів та програм розвитку систем енергоспоживання та енергозабезпечення ОПІ показав, що вони не в повній мірі задовольняють потребам управління відповідними проектами та програмами.

Аналіз публікацій, присвячених проблемам організації та управління проектами, показав, що до теперішнього часу в тій чи іншій мірі вирішені окремі завдання, що стосуються проблем управління проектами розвитку муніципальної та промислової енергетики, в тому числі управління інноваційними проектами модернізації підприємств енергоємних галузей, управління проектами ремонтно-відновлювальних робіт в мережах водопостачання, управління інноваційними платформами проектів енергозберігаючих технологій [1…3] та ін.

Однак, при всьому різноманітті виконаних досліджень до теперішнього часу відсутня класифікація проектів та програм розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання ОПІ, що стримує ефективне, науково обґрунтоване формування змістовної частини процесів і групи процесів управління ними: розробку плану управління проектами, визначення складу робіт, вирішення питань комунікацій проекту, системної архівації та багато іншого.

Існує безліч підходів до класифікації проектів , які в своїй основі в якості визначальних містять класифікаційні ознаки продукту і предметні області проекту, ознаки масштабності проекту та його складності. Можна припустити, що і для та програм розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання ОПІ зазначені ознаки важливі, проте ознаки, пов'язані безпосередньо з предметною областю, будуть виступати в якості ключових. Відповідно до основоположних принципів теорії управління проектами [4], а також прийнятої методологією проведення системних досліджень в основу розроблюваної класифікації проектів та програм розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання ОПІ покладено принцип обов'язкового врахування основних їх властивостей, що, в свою чергу, вимагає їх ідентифікації.

Відповідно до методики системних досліджень були проаналізовані важливі для процесів управління проектами і програмами реконструкції особливості побудови систем енергопостачання, взаємозв'язок і взаємозалежність їх характеристик, структур і основних елементів. Оскільки системи співіснують і конкурують між собою, то вони аналізувалися спільно. Для них була прийнята єдина класифікація структурних елементів, характеристик і параметричних показників.

Виконані дослідження дозволили виділити основні класифікаційні ознаки проектів, на основі яких розроблено їх класифікацію. Проект є обмежена в часі цілеспрямована дія на зміну структурно-параметричних показників і характеристик системи з встановленими можливими рамками витрати ресурсів, специфічною організацією, вимогами до якості результатів, що володіє властивостями унікальності і цінності.

На основі виконаних досліджень можливих проектів і відповідно до результатів їх узагальнення в якості основних класифікаційних ознак, які суттєво впливають на формування змістовної частини процесів і групи процесів управління проектами, пропонується розглядати ознаки (рис.1): за об'єктом портової інфраструктури, за власністю, за часом виконання, за типом системи; за вартістю, за видом енергоресурсу, за рівнем кооперації, за рівнем ризику, за рівнем артефактності, за стратегією.

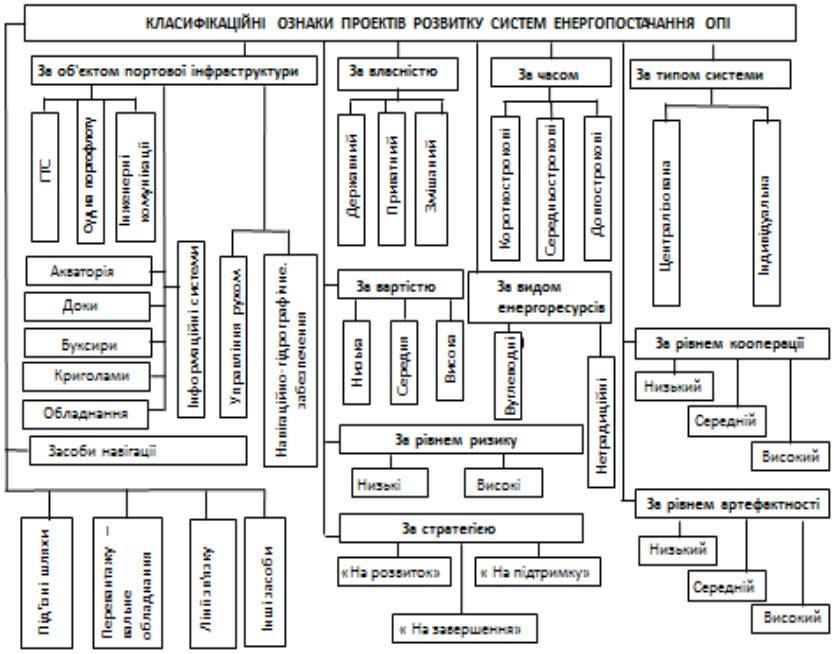


Рисунок 1 – Класифікаційні ознаки проектів розвитку систем енергопостачання ОПІ

Перелік посилань

4. Ачкасов І.А. Управління інноваційними платформами проектів енергозберігаючих технологій у житлово-комунальному господарстві: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13. 22 «Управління проектами і програмами» / І.А. Ачкасов. – К, 2008. – 18 с.
5. Болтенков А. А. Формирование механизма устойчивого развития теплоэнергетического комплекса Санкт-Петербурга: дисс. канд. эконом. наук: 08.00.05 / А. А. Болтенков. – СПб, 2009.– 200 с.
6. Вітютін Є.Ю. Методичні основи управління змістом та цілями в проектах реструктуризації (на прикладі комунальної енергетики) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13. 22 «Управління проектами і програмами» / Є.Ю. Вітютін. – К, 2008. – 20 с.
7. Project Management Institute. Global Standard. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) — Пятое издание, ISBN 978-1-62825-008-4.

УДК 005:621.1:338.28

ФАКТОРИ ВПЛИВУ МОРСЬКОГО ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАТФОРМ «SMART PORT» НА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

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

Формування проектів та програм розвитку систем енергоспоживання та енергопостачання в морських та річкових портах, у відповідності до існуючих стандартів, повинно виконуватися на підставі основних положень теорії управління проектами [1].

Аналіз основних положень та принципів морського просторового планування, а також технологічних платформ «Smart Port: Smart Energy» дозволяє зробити висновки, що вони суттєво впливають на створення методів та моделей управління проектами стосовно розвитку систем енергопостачання та енергоспоживання об'єктів портової інфраструктури (ОПІ) [2,3].

До основних зовнішніх умов впливу слід відносити міжнародні угоди та обов'язки, проекти та програми розвитку приморського регіону та державних програм, існуючу міську інфраструктуру, наявність договорів співробітництва між власниками портів та їх інфраструктури з муніципальними органами влади, наявність стратегічних інвесторів, планів вантажопотоків на середню та далеку перспективу.

У відповідності до принципів морського просторового планування розробка моделей управління проектами в даній предметній області повинна враховувати існуючі ресурси (на стадії управління змістом проекту): інфраструктуру порту його енергетичні та структурно-параметричні показники, його потенціал, як у вигляді прогнозованих обсягів вантажопотоків через морські портові термінали, так і у вигляді логістичної складової, яка забезпечує транспортування вантажів на території порту, а також транспортно-транзитний потенціал за його межами.

Вплив основних положень та принципів технологічної платформи «Smart Port: Smart Energy» повинен враховуватися шляхом визначення перспектив розвитку ринку енергетичних ресурсів та енергетичного обладнання, наявністю енергетичних програм розвитку регіону та муніципального утворення, наявністю ринку інтелектуальних систем вимірювання та моніторингу витрат енергетичних ресурсів, тощо.

Основні фактори впливу морського просторового планування та технологічних платформ «Smart Port: Smart Energy» на методи та моделі управління проектами розвитку систем енергопостачання наведені на рис.1.

Рисунок 1 – Основні фактори впливу просторового планування та технологічних платформ «Smart Port: Smart Energy» на методи та моделі управління проектами розвитку систем енергопостачання ОПІ

Перелік посилань

3. Project Management Institute. Global Standard. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) — Пятое издание, ISBN 978-1-62825-008-4.
4. Основы морского пространственного планирования в Балтийском море [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.2010. forumstrategov.ru /upload/program/umpaceP132.pdf
5. Port of Tallinn: Description Product development pilot project “Smart Port” Tallinn 2014 [Електронний ресурс] – Режим доступу: /http://www.portoftallinn.com/smart-port

УДК: 005.8.629.5.083.5

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ В СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Запорожец И.М., к.т.н., доцент
Волобуев В. Ю. магистр
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Логистическая система – это сложноорганизованная завершенная экономическая система, состоящая из взаимосвязанных звеньев, участвующих в едином процессе управления материальными и сопутствующими потоками [3].

Управление проектами в судостроительных логистических системах использует применение методов и моделей управления проектами в процессе проектирования логистических систем и управление изменениями в них, а так же решает задачи управления потоками ресурсов в логистических системах.

Проектирование, создание и управление логистическими системами сопровождается представлением их в виде целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними. Логистическая система отвечает целям их проектирования и управления ими. Проектирование логистических систем включает в себя две стадии:

1. Макропроектирование предполагает решение функционально-структурных вопросов.

2. Микропроектирование связано с разбивкой звеньев и элементов логистической системы, с учетом их взаимосвязи и взаимодействия, особенностей выполнения основных функций.

Методы проектирования логистических систем подразделяются на три класса:

- аналитические методы, применяются для оценки и анализа существующих логистических систем;

- оптимизационные методы опираются на разновидности программирования. При проектировании логистических систем оптимизационные методы применяются для построения цепей поставок, при выборе схем транспортировки [2];

- имитационные методы, используются при проектировании в условиях неопределенности для принятия управленческих решений.

Проектирование логистических систем требует учета ряда законов, свойственных логистическим системам.

- закон равной прочности логистической системы, где производительность каждого последующего звена должна быть не меньше предыдущего.

- закон сохранения логистического потока предполагает структурную и параметрическую целостность потока.

-закон относительных сопротивлений предполагает, что структурная устойчивость системы зависит от наименьших относительных сопротивлений всех его частей.

Проектирование логистической системы предполагает проектирование следующих ее подсистем:

- проектирование структуры;

- проектирование процесса;

- проектирование подсистемы управления [1].

Указанные подсистемы, являясь частью логистической системы, взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом, поэтому организация их возможна лишь с учетом целостности системы.

Таким образом, сталкиваясь в процессе управления с необходимостью решения комплексных сложных задач проектирования и формирования судостроительных логистических систем в условиях жестких ограничений материальных и финансовых ресурсов и, особенно, времени, требует применение управления проектами как научного и практического подхода к решению таких задач.

Литература:

1. Мазур И. И. Управление проектами / под общ. ред. И. И. Мазура и В. Д. Шапиро [и др.] учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации»; — 66е изд.,стер. — М. : Издательство «ОмегаЛ», 2010. — 960 с.

2. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок / Смирнова Е.А. / Учебное пособие.– СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009.– 120 с

3. Харрісон А. Управління логістикою: Розробка стратегій логістичних операцій / А. Харрісон, В.Х. Ремко / пер. з англ..; за наук. ред.. О.Є. Міхейцева. - Дніпропетровськ: Баланс Бізнес Букс, 2007. – 368с.

УДК 164:658

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРИ ЭКСПОРТЕ ЗЕРНА В УКРАИНЕ

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Митрохина А.Е., Остапенко С.Ю.
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Украина экспортирует зерно ячменя, пшеницы и кукурузы больше, нежели многие другие страны из числа крупных мировых поставщиков сельхозпродукции. Ныне страны региона Черного моря (включая Болгарию, Румынию, Российскую Федерацию и Украину) экспортируют свыше 70 млн тонн и большая часть объема – из Украины.

Украина за 9 месяцев 2016 года поставила на внешние рынки аграрной продукции на сумму 10,4 млрд. долларов США, что составило 40,2% от всего экспорта страны. За такой же период в 2015 году было экспортировано продукции сельского хозяйства на сумму 10,2 млрд. долларов США. По результатам 9 месяцев 2016 года сформировано положительное сальдо торговли агропромышленной продукцией в размере 7,6 млрд долларов США. Покупатели из стран Европейского союза увеличили объемы закупок украинской сельхозпродукции с 2,7 млрд. долларов США в январе-сентябре 2015 года до 3 млрд. долларов США в 2016 году.

На значительное увеличение объемов экспорта зерновых из Украины (кроме отменного урожая) повлиял рост качества логистики морехозяйственных кластеров Украины за счет того, что была существенно увеличена скорость перевалки зерна в отечественных морских портах. У трейдеров появилась возможность, в частности, экономить на фрахте и предлагать странам-импортерам оптимальную цену.

При анализе экономических потоков экспорта зерна из Украины следует обратить внимание на: экономическую и политическую направленность Украины; тенденции экспорта зерновых из Украины; производство зерновых культур за последние 10 лет; состояние зерновой логистики в Украине; изучение рынка зерна в Украине и мире; риски и возможности перевалки зерна в портах Украины; - возможности перевозки зерна автомобильном, железнодорожном и водном транспортом; характеристику мощностей хранение зерновых культур в Украине; конкурентноспособность Украины в экспорте зерна.

УДК 164:658

ОЦЕНКА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ПРИБЫЛЬНОСТИ МОРСКОГО ПОРТА

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Бороткина М.А., Гусева-Божаткина В.А.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

К основным принципам функционирования интермодальных и мультимодальных логистических моделей относятся: единый коммерческо-правовой режим; комплексный подход к решению финансово-экономических вопросов организации перевозок; единый организационно-технологический подход к управлению перевозками; координация действия всех логистических посредников, участвующих в процессах транспортировки.

Большая часть интермодальных и мультимодальных логистических систем замыкается на морские и речные порты. В роли основного перевозчика в этих системах выступает морской или речной транспорт. Основную часть логистических затрат в интермодальных и мультимодальных перевозках, замыкающихся на морские и речные порты, составляют затраты, связанные с перевозками водным транспортом.

При разработке экономико-математической модели интермодальной или мультимодальной логистической системы возникает необходимость оценки экономической деятельности порта. В большинстве случаев достаточно оценить прибыль, полученную портом за определенный период времени. В докладе рассматриваются особенности оценки прибыльности деятельности морских и речных портов на основе их укрупненных характеристик.

В качестве укрупненных характеристик порта в работы рассмотрены: объем перевалки грузов, площадь складских помещений, длина причальной линии. Оценка прибыльности порта производилась на примере трех портов одесского региона – порт «Южный», порт «Одесса» и порт «Черноморск».

Относительная прибыль за перевалку единицы груза по всем видам грузов за 2015 год для портов «Южный» и «Одесса» показала хорошее совпадение результатов. Относительная прибыль за перевалку единицы груза по всем видам грузов за 2015 год для порта «Черноморск» оказалась значительно выше в связи со спецификой переваливаемых грузов.

Относительная прибыль на единицу площади складских помещений по всем видам грузов за 2015 год для портов «Черноморск» и «Одесса» показала хорошее совпадение результатов. Относительная прибыль на единицу площади складских помещений по всем видам грузов за 2015 год для порта «Южный» оказалась значительно выше в связи с непропорционально малой площадью складов.

Относительная прибыль на единицу длины причальной линии по всем видам грузов за 2015 год для портов «Южный», «Одесса» и «Черноморск» показала значительный разброс. Значительный разброс результатов объясняется избыточной длиной причальной линии порта «Одесса» и недостаточностью длины причальной линии в порту «Южный».В докладе показано, что реализация предлагаемого подхода к оценке прибыльности порта в логистических моделях должна использоваться с осторожностью. Предлагаемые относительные показатели могут применяться для структурно схожих портов. Показатель относительной прибыль за перевалку единицы груза может использоваться для портов с разной структурой грузооборота при введении корректирующих коэффициентов.

Список литературы

1. Казарєзов А.Я. Використання аналітичної парадигми на початковій стадії проектування інтермодальних систем [Текст] / А.Я. Казарєзов, А.Ф. Галь // Матеріали Міжнародної науково- практичної конференції. «Міські і регіональні транспортні проблеми» 17-19 листопада 2015 р. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, – С. 47.

УДК 164:658

ПОИСК КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ СЕТЕВОГО ГРАФИКА КАК ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКИ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Бондаренко Е.В., Шутков В.И.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Водный транспорт традиционное производство услуг с большими затратами энергии, материальных средств, финансов, информационных и других ресурсов, в том числе и временных, в котором производственная логистика при весьма сложной инфраструктуре морехозяйственного комплекса государства имеет важное значение для его эффективного функционирования. В частности, морехозяйственный комплекс и/или комплексы можно рассматривать как кластер и/или кластеры.

Экономические кластеры, как сконцентрированные на определенных территориях группы (не редко объединенных) взаимосвязанных организаций: поставщиков продукции, комплектующих изделий и специализированных услуг; инфраструктуры; научно-исследовательских институтов; высших учебных заведений и других организаций, взаимодополняющих друг друга в получении полезного продукта и усиливающих конкретные конкурентные преимущества отдельных компаний и всего кластера в целом, могутт быть, по нашему мнению, исследованы и использованы для водного транспорта и морской инфраструктуры.

Морские и речные порты, службы обеспечения мореплавания и движения судов по внутренним водным путям, предприятия и организации обслуживающие производственную деятельность водного транспорта связаны между собой различными логистическими связями. Все производство водного транспорта можно отразить в виде сетевого графика, рассматривая весь процесс доставки грузов морем или внутренними водными путями как единый производственный процесс.

Таким образом, для исследования морского кластера можно использовать хорошо известный в промышленной логистике, метод критического пути (*CPM, Critical path method*). Этот инструмент планирования расписания и управления сроками выполнения этапов проекта, производства или оказания услуг основан на определении наиболее длительной последовательности выполнения заданий (задач, этапов проекта) от начала проекта (производства, оказания услуг) до его окончания с учетом их взаимосвязи и взаимодействия. Задания (задачи, этапы проекта, производства) лежащие на критическом пути имеют нулевой резерв времени выполнения, и, в случае изменения их длительности, изменяются сроки всего проекта.

В связи с этим, при выполнении проекта (плана производства, выполнения услуг) критические задания (задачи) требуют более тщательного контроля, в частности, своевременного выявления проблем и рисков, влияющих на сроки их выполнения и, следовательно, на сроки выполнения проекта (плана производства, выполнения услуг) в целом. В процессе выполнения проекта критический путь проекта может меняться, так как при изменении длительности выполнения заданий некоторые из них могут оказаться на критическом пути.

Метод поска критического пути сетевого графика хорошо разработан, опробован и широко используется при осуществлении различных проектов, производстве или оказании услуг.

Учитывая сложность кластеров водного транспорта и его ифраструктуры, следует использовать метод поиска критического пути для эффектиной оптимизации логостических цепей. Для этой цели возможно применить автоматизированный поиск критического пути в логистических системах, разработанных в последнее время рядом организаций и авторов в виде компьютерных программ.

Можно отметить необходимость учитывать тему сбережения энергии, которая до недавнего времени рассматривалась в значительной мере только в плане технических решений. Системные проблемы водного транспорта так и не решены и продолжают препятствовать его интенсивному развитию.

Рассмотрены методы поиска критического пути в сетевом графике как основе производственной логистики в морской инфраструктуре. Выбор оптимальных логистических решений на водном транспорте позволит значительно снизить затраты энергии, финансовые и другие ресурсы.

Автоматизированный поиск критического пути сетевых графиков кластеров водного транспорта эффективный и оперативный инструмент повышения их доходов.

Эффективность транспортно-логистических операций является одним из ключевых факторов рентабельности кластеров водного транспорта, морских и речных портов, а также их инфраструктуры, в частности. Затраты, например, на доставку зерна от производителя к потребителям может составлять значительные средства. Экономия энергии, времени и других ресурсов при перегрузке для крупного производителя за год даст выигрыш значительной величины.

УДК 164:658

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Голубчик А.А., Тарасевич А.В.
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

Работа логистических предприятий в современных условиях характеризуется сложностью и разнообразием решаемых задач. Проектирование логистической системы связано с рядом проблем, вызываемых изменчивостью внешней среды.

Логистический менеджмент предприятия в процессе создания логистической системы решает комплексных задач, связанных с ограничениями ресурсов. Проектный подход к созданию логистической системы позволяет успешно справиться с изменчивостью внешней среды логистической системы и предприятия в целом. Поэтому логистика становится еще одной областью применения методов управления проектами. Проектный подход в логистике направлен на решение задач управления потоками ресурсов, финансов и информации в создаваемых или трансформирующихся логистических системах.

Применение методов управления проектами при проектировании логистических систем является в настоящее время актуальным и перспективным направлением исследований. Проектный менеджмент при создании логистических систем используется как инструмент реализации стратегических решений предприятия. Логистический менеджмент включает широкий спектр как общих вопросов управления проектами, так и вопросов управления собственно логистическими проектами. Управление проектами в данном контексте трактуется как управленческая концепция, отвечающая необходимости постоянного приспособления предприятия к изменениям внешней среде деятельности.

Важнейшими общими задачами проектного подхода при создании производственных логистических систем являются:

- создание интегрированной системы управления производственными материальными потоками на основе информационных потоков предприятия;
- разработка методов управления движением ресурсов и контроля материальных потоков на предприятии;
- определение стратегии и технологии физического распределения ресурсов производства по видам работ производственного цикла;
- стандартизация полуфабрикатов и упаковки продукции;
- прогнозирование объемов поставок сырья, материалов, полуфабрикатов; объемов перевозок и складирования готовой продукции;
- выявление и устранение дисбаланса между потребностями и возможностями закупки и поставок;
- оптимизация технической технологической и информационной структур транспортно-складских комплексов предприятия.

Создание производственной логистической системы с позиций проектного подхода требует учета влияния трех основных факторов.

Фактор внешней среды, определяющий общие экономические, политические, социальные и культурные, условия, в которых протекает деятельность предприятия.

Фактор конкурентных отношений, отражающий отраслевую и региональную структуры рынка, взаимоотношения между конкурентами, отношения между производителями и потребителями, поставщиками и покупателями, характерные для отдельных отраслей региона, в которых данное предприятие осуществляет свою деятельность.

Фактор внутренней организации, характеризующий организационную структуру предприятия, его цели и политику, функциональные отношения между подразделениями, т. е. всю совокупность свойств, отличающих данное предприятие от других.

Фактор внешней среды требует особого внимания, так как является источником новых возможностей для предприятия. Предприятие при проектном подходе к созданию логистической системы рассматривается с позиций теории динамического регулирования. Все динамичные системы, способные к саморазвитию, обязательно обладают регулятором. В хозяйственно-экономических и производственных системах роль регуляторов выполняют руководители и управляющие структуры отделов, служб, цехов, фирм, предприятий, объединений, правительства. Наличие регуляторов в этих системах делает их саморегулирующимися, т.е. в процессе развития система сама изменяет и совершенствует свою структуру, адаптируется к внешней, рыночной среде.

Концептуально идея проектного подхода при создании производственных логистических систем состоит в достижении с наименьшими возможными затратами максимальной приспособленности

предприятия к изменяющейся рыночной обстановке, расширении рыночного сегмента предприятия и получении преимуществ перед конкурентами.

Таким образом, проект создания производственной логистической систем представляет собой неповторяемое сложное действие, направленное на создание или преобразование логистической системы, ее подсистем или отдельных элементов, включая объекты логистической инфраструктуры.

УДК 504.75

СИСТЕМА МОРСКОГО АГЕНТИРОВАНИЯ В НИКОЛАЕВСКОМ МОРСКОМ ПОРТУ.

Каримбердыев Р. В.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Агентирование морских судов — это содействие администрации судна в выполнении ею всех своих обязанностей в порту и защита интересов судовладельца по его поручению и от его имени.

Морской агент – это представитель и помощник судовладельца, выступающий от имени и за счет последнего в соответствии с полномочиями, основанными на законе или договоре, во всех делах судовладельца коммерческого и административного характера, которые связаны с морской перевозкой грузов или пассажиров.

Информационная система портового сообщества (далее ИСПС) - это организационно-техническая система, главной целью которой является предоставление (с помощью технических и программных средств) органам контроля возможности использовать (накапливать, проверять, обрабатывать, хранить и передавать) информацию и документы в электронной форме для осуществления пограничного, таможенного и других видов контроля и оформления товаров и транспортных средств.

В соответствии с пунктом 8 части 1 Закона Украины «О морских портах Украины» информационные системы являются объектами портовой инфраструктуры. До внедрения ИСПС в отрасли для оформления прихода и отхода судна администрация судна и морской агент вынуждены были распечатывать до 500 страниц различных деклараций, приходных и отходных документов. Что приводило к существенной задержке в оформлении судна и начала выполнения грузовых операций. Внедрение ИСПС – часть стратегии АМПУ и мининфраструктуры для упрощения бюрократических процедур в портах, призванное сократить время загрузки судна. Использование ИСПС в агентской работе предполагает предварительное получение контролирующими органами необходимой для оформления захода судна в порт информации в электронном виде. Судно, получившее загодя «зеленый свет» пограничников, СЭС, таможенников и т.п., может сразу при постановке к пограничников, СЭС, таможенников и т.п., может сразу при постановке к причалу начать грузовые операции.

По данным исследования проведенным в Николаевском Морском Порту на зерновом терминале Бунге, скорость оформления прихода и отхода судна увеличилась до 10 раз. С полутора часов до 15 минут. При этом количество судов, оформленных с выходом контролирующих служб составило всего 9% для таможенного контроля, 11% СЭС, 3 % ветеринарный контроль, 5 % фитосанитарный, 0% экологический контроль. В свою очередь среднее время после завершения швартовых операций до начала грузовых операций составило около 1-2 часов, в зависимости от готовности самого судна, а не бюрократических проволочек местных контролирующих органов.

Также и представители агентских и экспедиторских компаний констатировали резкое снижение, проверок в части отдела по борьбе с контрабандой, со стороны ГФС, государственной эко инспекции и прочих контролирующих органов на территории Николаевского морского порта.

В перспективе развития электронного документа-обращения, снижение показателей выхода контролирующих служб для инспекции судна, уменьшение форм и бланков к заполнению капитанами иностранных судов и дальнейшее внедрение ИСПС в порты Украины.

Результаты тестовой и постоянной эксплуатации различных профильных модулей ИСПС в морских портах Украины подтвердили, что постепенное внедрение электронного обмена данным между участниками портового сообщества является реальным и действенным инструментом для реализации наработок по выполнению рекомендаций ЕЭК ООН 4-40.

УДК 504.75

ПРОБЛЕМЫ САНИТАРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СБРОСА БАЛЛАСТА В ПОРТАХ НИКОЛАЕВСКОГО РЕГИОНА

Каримбердыев Р. В.,
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

Одним из основных факторов, формирующих современное неблагоприятное состояние Бугско-Днепровского-Лиманского канала (БДЛК), является судоходство и деятельность морских торговых портов. Отсутствие необходимого количества сооружений в портовом комплексе ДБМП — СМП «Ольвия» — «Никатера» - Николаевского морского порта, способных принимать и перерабатывать загрязненные отходы, образующиеся в портах и на судах, значительное количество и масштаб аварийных ситуаций, отсутствие планомерной деятельности в вопросах, связанных с утилизацией твердых и жидких отходов приводит к дальнейшему загрязнению акваторий и территорий портов.

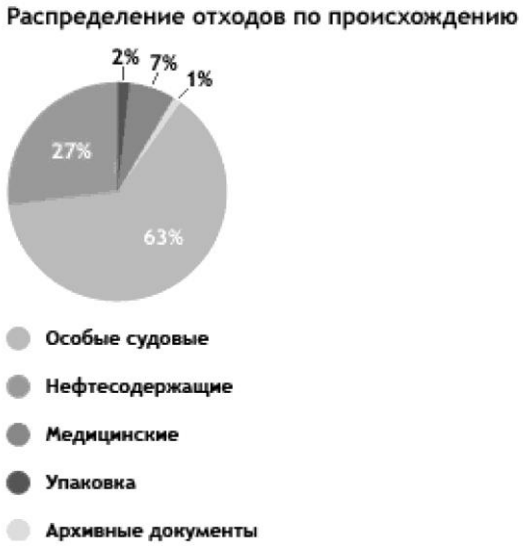


Рис. 1 Распределение отходов по происхождению.

Одной из главных проблем остается проблема загрязнения моря нефтепродуктами. Аварийные выбросы нефтепродуктов, загрязненных балластных вод, только за последние пять лет наблюдались в Черноморских портах более 500 раз. Для экологически безопасного и экономически целесообразного решения проблем отходов порта необходим системный подход и научно-технический потенциал специализированных предприятий, способных решать такие вопросы, как:

- разработка и внедрение экологически безопасных технологических схем по сбору, уничтожению и утилизации нефтяных разливов в акватории порта, на причальных стенках порта, обновление нефтеуборочного флота;
- создание независимой лаборатории по мониторингу водяных балластов судов;
- создание нормативно-правовой базы, разработка методического и приборного обеспечения токсикологического метода анализа балластных вод;
- создание сети экологически безопасных Комплексов высокотемпературного удаления отходов в портах Черноморского и Азовского бассейнов.

Объем работ по портам Николаевского региона в 20016 году

Виды работ	Количество судов / объем услуг
Снятие отходов с судов, удаление в инсинераторах	300 грузовых судов / 1503 куб.м. отходов
Вывоз и уничтожение отходов с судов	412 судов / 1800 куб. м. отходов
Вывоз и уничтожение нефтесодержащих отходов	40 тонн твердых, 350 тонн жидких
Обеспечение бонирования судов	120 судов
Контроль качества балластных вод, сбрасываемых с судов	80 танкеров + 350 балкеров

По данным экспертов реорганизация санитарно-экологических услуг в портах Черноморского бассейна требует модернизации существующего и внедрения нового оборудования, технологий, управленческих решений для создания единой концепции решения экологических проблем транспортной

отрасли (портов). Ориентировочный объем инвестиций в природоохранные мероприятия в портах должен составлять от $500 000 до $2 000 000 USD. Совокупный объем доходов от всех видов экологической деятельности только в портах Николаевского региона будет составлять 9-10 млн. грн / $360 000 USD ежегодно. В настоящее время экологический отдел НМП в рамках договора с АМПУ катастрофически не справляется с выполнением работы по организации и управлению сбора особых судовых отходов (бытовых и пищевых отходов) с судов, заходящих в Николаевский морской порт.

Второй задачей, серьезно влияющей на ухудшение экологии акватории БДЛК является откатка изолированного балласта судами, заходящими в порты Николаева. Одним из примеров ее решения является «Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими» (International Convention for the Control and Management of ships' ballast water and sediments), принятая Международной морской организацией (IMO) в 2004 году. Из новейших норм, регулирующих данный вопрос, стоит особенно отметить требования IMO, согласно которым к 2016 году замена балластных вод будет полностью запрещена, и все новые и уже существующие суда должны будут обрабатывать балластные воды при приемке на судно и при их сбрасывании. При сбросе балластных вод происходит неконтролируемое проникновение микроорганизмов из одних природных зон в другие, где у них может не быть естественных врагов. Это является одной из самых серьезных экологических проблем, связанных с судоходством, наряду с загрязнением вод нефтью и нефтепродуктами.

Замена балластных вод должна производиться на расстоянии, по меньшей мере, 200 морских миль от ближайшего берега и при глубинах, составляющих не менее 200 м.

Принимая во внимание, что, по данным германского института ISL (Institute of Shipping Economics and Logistics), в мире существует более 44 000 судов, на которые требуется установка оборудования обработки балластных вод, и строятся все новые. Очистные системы призваны прекратить неконтролируемую миграцию организмов через балластную воду. Вода балластным насосом подается на фильтр, где механическим способом очищается от твердых частиц и зоопланктона. Используются два типа фильтров: компактный автоматический фильтр высокого давления с размером ячеек 40 мкм и дисковый фильтр низкого давления с размером ячеек 10 мкм. Вода проходит через УФ-облучатели, генерирующие озон и фотолитический свет, подавляющий частицы, водоросли, фито- и зоопланктон. После этого вода проходит через эжектор, где смешивается с озоном, уничтожающим флору и фауну. И в завершение операции вода поступает в балластные танки.

Таким образом для решения проблемы загрязнения акваторий портов нужно не только желание судовладельцев и администрации судна не нарушать международные конвенции по предотвращению загрязнения моря, но и стимулировать портовые власти к обновлению технических сооружений для осуществления санитарной обработки судов, и должного экологического контроля.

Секція. 14.
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РИБОПРОМИСЛОВОГО ФЛОТУ ТА ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 641.528.6

НОВЕ В МЕТОДИЦІ РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСУ ШВИДКОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ

Потапов В.О., Семенюк Д.П.

Швидкість процесу заморожування здійснює досить значний вплив на якість харчових продуктів. Від швидкості проведення процесу заморожування залежить розмір кристалів, що в свою чергу впливає на ступінь пошкодження тканин продукту, а також втрати маси, корисних речовин та загальний вигляд. Проте існуючі рекомендації щодо технологічних розрахунків процесу заморожування не приймають до уваги швидкість цього процесу, а ґрунтуються виключно на визначенні лише часу заморожування.

Багато вітчизняних та закордонних авторів займалось дослідженням даного питання і існують практичні рекомендації стосовно вибору швидкості заморожування харчових продуктів [1]. Авторами було поставлено завдання визначення режимів процесу заморожування харчових продуктів, які відповідають швидкому заморожуванню.

Базовою для розрахунку тривалості процесу заморожування було взято відому формулу Планка, яка досить повно описує тривалість просування фронту заморожування від поверхні до центру продукту. Однак ця формула в повній мірі не задовольняє умови швидкого заморожування, бо вона не враховує подальшого охолодження вже замороженого шару продукту. Беручи за основу вказану формулу, було виведено формулу, яка враховує кінцеву теплоємність замороженої частини продукту та коефіцієнт форми тіла, який враховує форму харчового продукту, який заморожується.

Як і у випадку отримання рівняння Планка, прийняті ті самі допущення, але враховано інтегральне рівнянням збереження і перенесення енергії, у процесах з фазовими переходами для довільного об'єму, який включає в собі фронт заморожування та шар вже замороженого продукту.

$$\tau_{зам} = R_x \rho \left(\frac{q}{\Gamma(t_{кр} - t_x)} + \frac{C}{2} \right) \left(\frac{R_x}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha} \right)$$

В отриманому рівнянні перший член описує теплоту, яка йде на охолодження замороженого шару продукту, другий – внутрішнє джерело теплоти кристалізації вологи, а третій - тепловий потік, що відводиться від об'єму продукту через його поверхню.

Це рівняння за зовнішнім виглядом таке саме, як і рівняння Планка, і відрізняється лише тим, яким чином визначається коефіцієнт форми Γ та характерний розмір R_x.

Для тіл простої геометричної форми нескінченна пластина, нескінченний циліндр, сфера рівняння Планка та отримане є тотожні, бо Ф=1/Г та $R=R_x$. Проте для інших тіл вони відрізняються: як уже зазначалось, для куба та сфери Ф=1/3, але $1/\Gamma_{куба}=1/2{,}7=0{,}37$, а $1/\Gamma_{сфери}=1/3$, що відповідає більшій швидкості заморожування сфери порівняно з кубом [2].

Ураховуючи ці розрахунки, зазначимо, що існує максимальний характерний розмір продукту, для якого можлива реалізація режиму швидкого заморожування. За типового значення температурного напору у швидкоморозильних апаратах, визначено характерний розмір продукту. У разі збільшення температурного напору збільшується й максимальний характерний розмір продукту, для якого можливе застосування швидкого заморожування.

В результаті розрахунків за отримано значення коефіцієнта тепловіддачі, який забезпечує для заданого характерного розміру продукту швидке заморожування (не менше ніж 5 см/год). Для типових значень теплофізичних характеристик харчових продуктів на лінії заморожування, було отримано раціональні параметри характеристик апаратів для реалізації режиму швидкого заморожування.

Висновки. Таким чином, методика технологічного розрахунку тривалості швидкого заморожування має складатися з двох етапів. На першому визначають умови, за яких можливе швидке заморожування, тобто розраховують потрібний коефіцієнт тепловіддачі для заданого розміру продукту, а на другому етапі – безпосередньо загальну тривалість процесу заморожування з урахуванням часу на охолодження та доморожування.

У ході дослідження отримано метод розрахунку режимів швидкого заморожування, який базується на обчисленні процесних чинників: коефіцієнта тепловіддачі, температурного напору, розмірів та форми зразка, його теплофізичних характеристик, що забезпечують задану лінійну швидкість заморожування.

Список літератури

1. Алмаши Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой ; пер. с венг. О. А. Воронова ; под ред. Э. Алмаши, А. Ф. Наместникова. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 407 с.

2. Консервирование пищевых продуктов холодом (Теплофизические основы) / И. А. Рогов, В. Е. Куцакова, В. И. Филиппов, С. В. Фролов. – М. : Колос, 1999. - 176 с.

УДК 544.015.2:637.5

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КРИСТАЛІЗАЦІЇ КОЛОЇДНИХ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ЗАМОРОЖУВАННЯ

Янчева М. О., Потапов В. О., Гринченко О. О.
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Дослідженню впливу заморожування – розморожування на властивості біологічних об’єктів та харчових систем присвячено велику кількість експериментальних робіт та аналітичних оглядів. Теоретичні положення низькотемпературної обробки знайшли відображення у працях Рогова І.О. [1], Чумака І.Г. [2], Онішенко В.П. [3], та інших.

Разом з тим, слід зазначити, що використання в технології заморожених м'ясних продуктів речовин чи композицій кріостабілізуючої дії знаходиться в стадії розвитку й в науковій літературі відсутні систематизовані дані щодо їх впливу на властивості зокрема м'ясних систем.

Відповідно до сформульованої наукової концепції спрогнозовано, що найбільш повно технологічним вимогам відповідають харчові інгредієнти та композиції на їх основі у вигляді емульсій, розчинів чи дисперсій, яким притаманні кріостабілізуючі властивості. Визначено критерії вибору харчових інгредієнтів і композицій на їх основі, основними з яких є: зворотність функціонально-технологічних властивостей за умов низькотемпературної обробки, стабілізація колоїдного стану білків м'яса, утворення додаткових поверхонь поділу фаз як «механічних перешкод» рушійного фронту кристалоутворення, зниження рухливості вологи, формування дрібних кристалів льоду й зменшення їх тиску на морфологічні утворення м’ясної сировини.

Процеси заморожування – розморожування в харчових продуктах надзвичайно складні для математичного моделювання, оскільки включають в себе процеси тепло-масопереносу, зміни структурно-механічних властивостей, фізико-хімічних та біохімічних реакцій. Тому будь-які технологічні операції, які передують заморожуванню, будуть впливати на кінетику протікання внутрішніх явищ переносу.

Тому метою даного дослідження було розробка фізико-математичної моделі кристалізації колоїдних капілярно-пористі систем (ККПС) під час їх заморожування, зокрема м’ясної сировини з додаванням речовин кріостабілізуючої дії.

Згідно існуючим теоріям процес кристалізації в складних термодинамічних системах, до яких відносяться й м'ясні, слід розглядати як накладення кількох конкуруючих процесів. Для ККПС це як мінімум два основних процеси – виморожування вільної вологи (основний процес) та конкуруючий процес збільшення енергії зв'язку для зв'язаної вологи, який проявляється у збільшенні в'язкості системи та гелеутворенні. Встановлено, що вищезазначені процеси по-різному залежать від температури: швидкість виморожування вологи зі зниженням температури зменшується, а швидкість конкуруючого процесу, навпаки, збільшується.

Виходячи з цієї фізичної моделі процесу заморожування харчових систем, нами запропоновано емпіричну математичну модель для швидкості кристалізації у вигляді добутку двох експонент:

$$\left|\frac{d\omega}{dt}\right| = A \cdot e^{-k_1 t} \cdot e^{-\frac{1}{k_2 t}}, \quad (1)$$

де A, k_1, k_2 – емпіричні константи; k_1 - задає швидкість виморожування вільної вологи, k_2 – швидкість зв'язування вологи; t – температура (за модулем), °С.

Величина k_1 задає швидкість основного процесу (швидкість виморожування вільної вологи), величина k_2 – швидкість конкуруючого процесу (швидкість зростання зв'язування вологи).

З урахуванням виразу (1) для швидкості кристалізації, ефективна питома теплоємність при заморожуванні подається в наступному вигляді:

$$c_e(t) = c_0 - (c_w - c_i)w_0(1 - e^{-k_1 t}) + L_w w_0 A \cdot e^{-k_1 t} \cdot e^{-\frac{1}{k_2 t}}, \quad (\text{при } t<t_{кр}) \quad (2)$$

Характер температурної залежності ефективної питомої теплоємності $c_e(t)$ деяких ККПС, що описується рівнянням (2), наведено на рис. 1. Очевидно, що запропонована модель температурної залежності ефективної питомої теплоємності набагато ближче відображає реальний характер експериментальних кривих ніж класичні моделі питомої теплоємності Рауля та Чижова-Латишева [4].

Максимальна ефективна питома теплоємність в кріоскопічному інтервалі дорівнює

$$c_{e\max} = c_0 - (c_w - c_i)w_0\left(1 - e^{-\frac{k_1}{\sqrt{k_1 k_2}}}\right) + L_w w_0 A \cdot e^{-\frac{2k_1}{\sqrt{k_1 k_2}}}. \quad (3)$$

Рівняння (2) та (3) дозволяють проводити регресійний аналіз температурної залежності ефективної питомої теплоємності в процесі заморожування

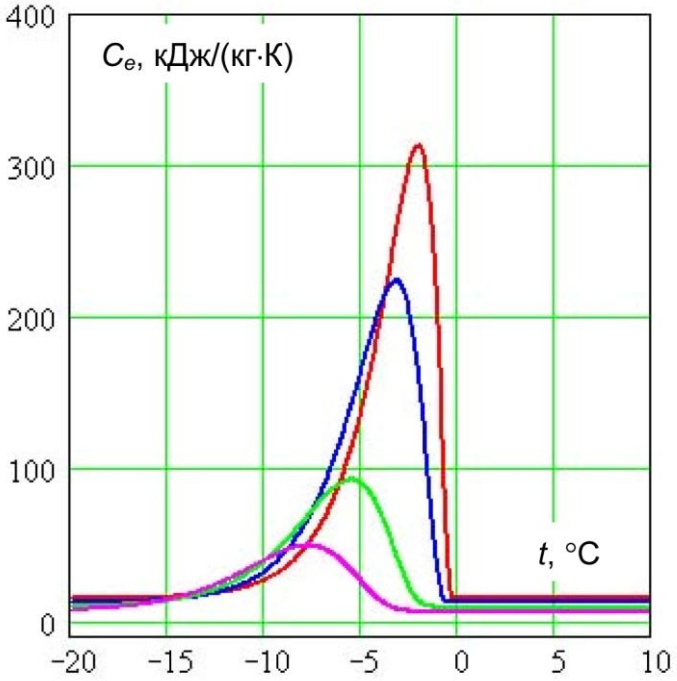


Рис. 1. Характер теоретичної температурної залежності ефективної питомої теплоємності колоїдних капілярно-пористі систем, що описується рівнянням (2)

Висновки. Таким чином, розроблена фізико-математична модель процесу кристалізації відкриває можливості для об'єктивної оцінки перебігу фізичних, фізико-хімічних, теплофізичних процесів у колоїдних капілярно-пористі системах піж час їх заморожування та розморожування.

Список літератури

1. Рогов И. А., Куцакова В. Е., Филиппов В. И., Фролов С. В. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы).— 2-е изд., перераб. и доп. — М: Колос, 1999. — 176 с.

2. Холодильні установки [Тест]: підручник/ І.Г.Чумак [та ін.]: за ред. І.Г.Чумака. – 6-е вид., перероб. та доп. – Одеса: Пальміра, 2006. – 552 с.

3. Оніщенко В.П. Наукові основи процесів та апаратів холодильноїт ехнології харчових продуктів. Дис... д-ра техн. наук: 05.18.14.- Одесса, 2000.— 415 с.

4. Чижов Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1979, – 271 с.

POSSIBILITIES OF COMBINING SOLAR THERMAL COLLECTORS WITH GROUND-SOURCE HEAT PUMP SYSTEM FOR SOUTHERN UKRAINIAN REGION.

O. Ostapenko, O. Yakovleva, M. Khmelniuk
Odessa National Academy of Food Technologies

In recent years' heat pumps market is growing rapidly. It is directly linked to increasing energy needs of humanity and the simultaneous depletion of traditional non-renewable energy resources in the world as a whole and in individual regions. Heat pumps are widely used in the chemical and food industries, housing and communal services. Most of the power equipment has high emission rates of energy flows to the atmosphere (refrigeration plants condensation heat, waste water enterprises, the flue gases from internal combustion engines and boilers). The use of heat pumps allows reducing greenhouse gas and carcinogenic substances emissions and, thus reducing human impact on the environment. The heat pump performance is based with following factors: the temperature of heat source, schematic diagram of the heat pump, climate conditions of the region, working fluids of heat pump (refrigerants and intermediate coolants), heat pump elements (type of compressors, heat exchangers, control systems).

Ground-source heat pump (fig. 1) was calculated according to European Standard EN 14511-2:2013. The European Standard BS EN 14825:2016:2016-03 was used for the domestic hot water production in the seasonal efficiency calculation. A strength of standard EN14825 is that it includes all kinds of heat pumps (except exhaust air heat pumps). The model treats heat pumps both in heating and cooling operation.

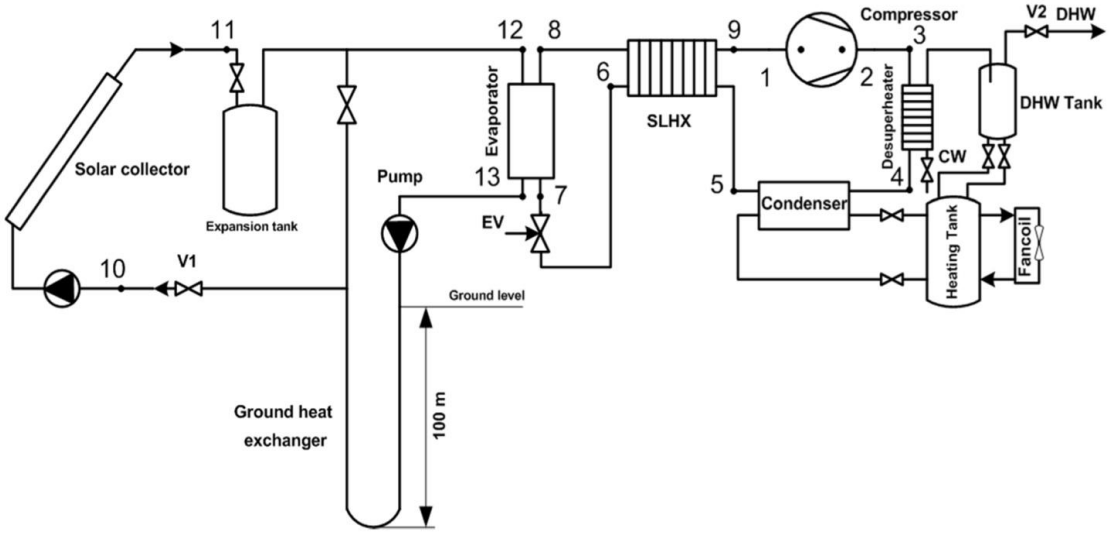


Figure 1. Schematic diagram of the heat pump system components

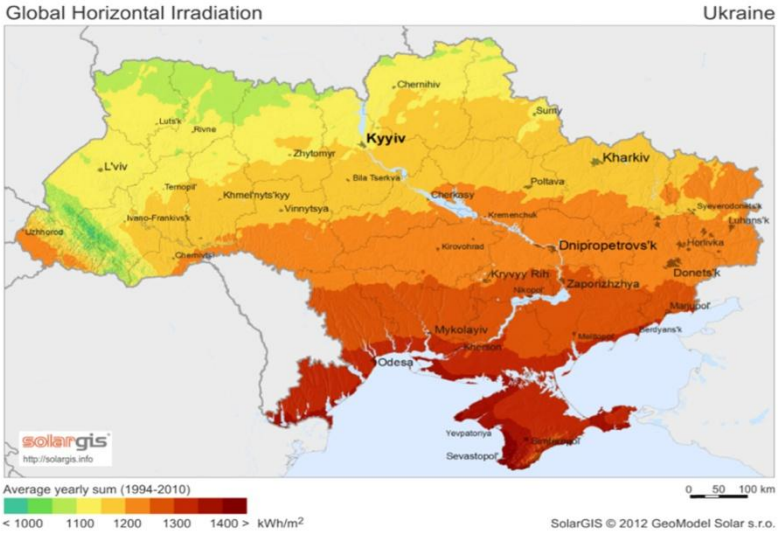


Figure 2. Global horizontal solar radiation for different regions of Ukraine.

As shown on the figure 2, the south Ukrainian region has the highest amount of solar irradiation in comparison with the other parts of Ukraine, and amount of horizontal irradiation is between 1100 – 1300 kWh/m^2 of horizontal surface.

Ground source heat pump works in series with solar thermal collectors. Oriented to the south and set at an angle of 30 ° to 65 ° to the horizon, solar collector is able to receive the yearly maximum amount of radiant energy. But even noticeable deviations from the above-mentioned conditions (the orientation of the south-west to south-east, the angle of inclination from 25 to 70 degrees), the solar system will run at peak efficiency (Fig. 2).

A smaller angle is optimal in the event that the surface of the collector cannot be oriented to the south. In this case, the solar collector, located at an angle of 30 degrees, even if the orientation is south-west, with an azimuth of 45 ° will still provide up to 95% of the optimal solar power. And even when the orientation is east or west, you can still receive up to 85% of energy, with a roof inclination angle of 25 ° to 40 °.

Table 1. Characteristics of flat plate solar thermal collector.

Collector type	Flat plate solar collector
Number of solar collectors	3 (7.2 m^2)
Zero loss collector efficiency	η_0=0.8
Collector heat loss coefficient	a_1 3.27
Buffer tank capacity	150 l
Buffer tank heat transfer capacity	2 (W/m^2*C)
Solar system total pressure loss	20 kPa

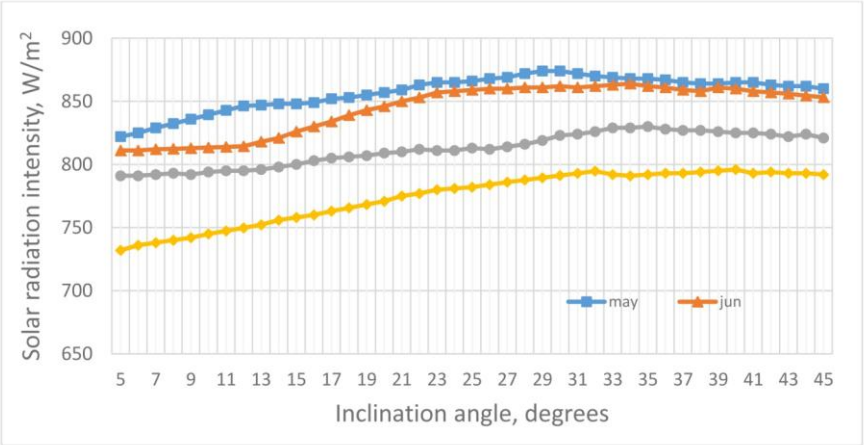


Figure 3. Solar energy radiation**.**

Modelling results show us that the lowest optimal inclination angle of solar collector is 17 ^{o} to the South. If the angle of the collector is greater, higher amount of incoming energy will be received through the year. Therefore, collectors used for the maintenance of heat pump system, installed at a large angle. This reduces the amount of excess heat in the summer, while the efficiency of the collectors in winter sunlight falling under a smaller angle optimized. The graph shows that the optimal inclination angle is between 20 and 45 ^{o}.

When the range of the inclination angles is calculated we can see at which angle we can we should orient our solar collectors. Data on the graph is shown for the period of 4 months from may till august at which the amount of solar energy is the highest.

Ukraine's Southern region has great potential for solar energy use with solar irradiation 1100-1300 kWh/m^2.

REFERENCES

Duffie, J. A. , Beckman, W. A., *Solar Engineering of Thermal Process,* University of Wisconsin, Madison, John Willey and Sons, Interscience Publications, New York, USA, 1980

O. Ostapenko, P. Stoyanov, O. Yakovleva, M. Khmelniuk Heat Pump Technology – Potential Impact On Energy Efficiency Problem And Climate Action Goals Within Ukrainian Energy Sector, *Refrigeration engineering and technology*, 51(6), Odessa, Ukraine, 2015. – 66-71p. DOI: /10.15673/0453-8307.6/2015.44781

EUROPEAN STANDARD BS EN 14511-2 (2013), Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling – *Part 2: Test conditions*, published by CEN on 31 August 2013

Final Report IEA HPP Annex 28. Test procedure and seasonal performance calculation for residential heat pumps with combined space and domestic hot water heating. 2005. – 114p.

УДК 621.565.945.004.14:551.57

АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ НА РЕЖИМАХ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВІХ ПРОДУКТОВ

Козаченко И. С. Лагутин А.Е
ОНАПТ

Исходными данными к проектированию воздухоохладителя для камер холодильной обработки и хранения пищевых продуктов являются:

- обеспечение требуемой холодопроизводительности;
- поддержание заданных температурно-влажностных режимов;
- время работы до вынужденного оттаивания аппарата

Количество теплоты, отводимое из камеры холодильной обработки пищевых продуктов, определяется индивидуально для каждого конкретного объекта и с точки зрения проектирования теплообменника абсолютно логична компоновка модельного ряда по типоразмерам перекрывающим определенный диапазон холодопроизводительности.

Режим, в котором работает воздухоохладитель, определяется технологией холодильного хранения пищевых продуктов, а следовательно, уместно разделение и классификация аппаратов по технологическому их назначению (охлаждение, заморозка, хранение).

Для проведения анализа было выбрано два типа продукции, которые, по мнению автора, представляют наибольший интерес – мясо различных видов домашнего скота, а также рыба речного, морского и океанического происхождения.

Параметры воздуха камеры для хранения указанных пищевых продуктов четко описаны в действующей нормативной документации Украины. Согласно [1,2,3,4] - охлажденная баранина, свинина, говядина в полутушах и четвертинах в охлажденном виде храниться при температуре воздуха минус1ºС. Замороженная свинина, говядина в полутушах и четвертинах в замороженном виде [1,5,6,7] - храниться при температуре воздуха минус 18ºС и минус 25 ºС в зависимости от требуемой продолжительности хранения. Относительная влажность при хранении как охлажденных, так и замороженных мясных продуктов предусматривается в пределах 95-98%.

Температурный режим для камер замороженной рыбы [8,9,10,11,12] повторяет режим для мяса – минус 18, минус 25. Относительная влажность в камерах хранения как охлажденной так и мороженной рыбы должна поддерживаться на уровне 95-98%.

Таким образом, были выделены требования к тепло-влажностным режимам камер хранения охлажденных и замороженных мясных и рыбных продуктов. Параметры основных режима сведенные в таблицу 1.

Оценка работы воздухоохладителя проводилась по удельным показателям для каждого ряда. Так на рис.1-4 представлены проценты уменьшения живого сечения за счет, осевшего инея, удельная холодопроизводительность, как отношение холодопроизводительности ряда к общей холодопроизводительности воздухоохладителя и отношение площади наружной поверхности ряда к общей площади поверхности воздухоохладителя соответственно. Данные показатели позволяют оценивать влияние каждого ряда..

Рассматриваемые режимы камер хранения

Таблица 1.

№п.п.	Температура в камере	Относительная влажность в камере
1	минус 2	98%
2	минус 18	98%
3	минус 25	98%

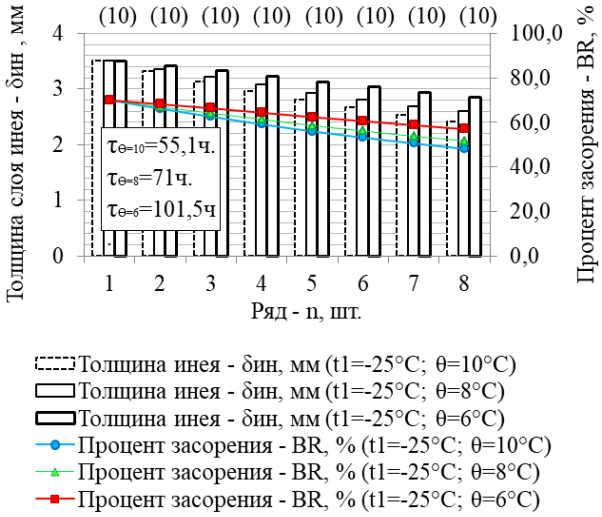


***Рис.1** – Процент изменения живого сечения за счет роста инея*

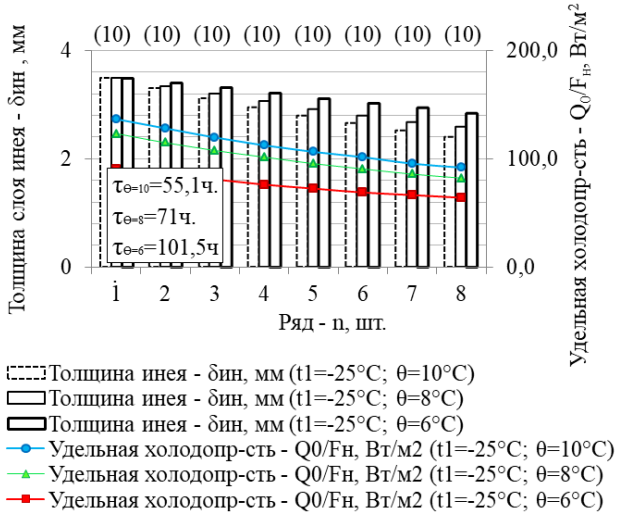


***Рис.2** – Холодопроизводительность на 1 м^2 теплообменной поверхности*

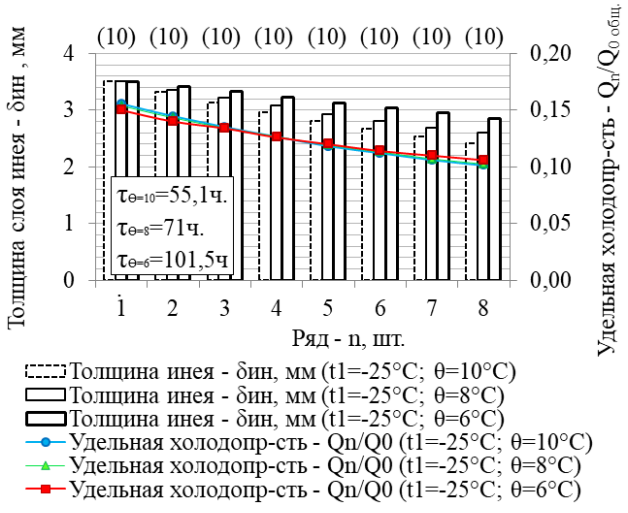


***Рис.3** – Отношение холодопроизводительности ряда к общей холодопроизводительности воздухоохладителя*

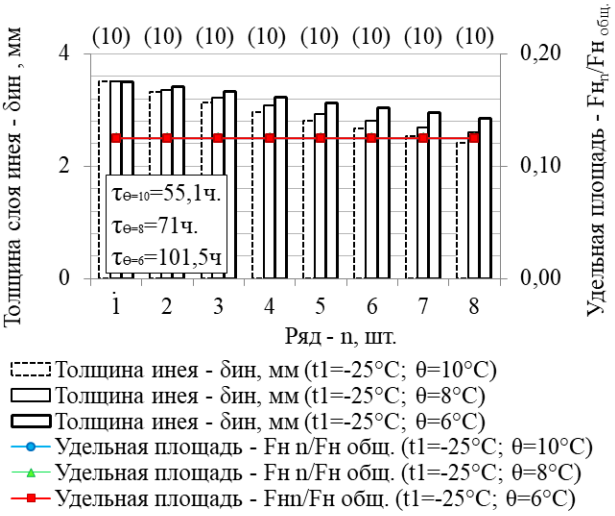


***Рис.4** – Отношение площади наружной поверхности ряда к общей площади поверхности воздухоохладителя*

Данные параметры следует рассматривать комплексно, т.к. исключение какого либо параметра из общего анализа, может привести к ложной оценке результатов расчета. Дальнейшие вариативные расчеты на различный шаг ребер, выбираемый индивидуально для конкретного ряда используя приведенные показатели, способен выявить наиболее эффективное изменение теплообменной поверхности по глубине пучка труб.

Литература:

1. Чумак І.Г., Оніщенко В.П., Желіба Ю.О., Дженков М.Ю. (2002) Збірник технологічних інструкцій з охолоджування, заморожування, розморожування та зберігання м'яса та м'ясопродуктів. Одеса–Київ. – с.90.
2. ГОСТ 1935-55 Мясо-баранина и козлятина- в тушах. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 7 с.
3. ГОСТ 4814-57 Блоки мясные замороженные. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 4 с.
4. ГОСТ 7724-77 Мясо. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 7 с.
5. ГОСТ 12512-67 Мясо-говядина в четвертинах, замороженная, поставляемая для экспорта. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 4 с.
6. ГОСТ 12513-67 Мясо-свинина в полутушах, замороженная, поставляемая для экспорта. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 5 с.
7. ГОСТ 16867-71 Мясо-телятина в тушах и полутушах. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 4 с.
8. ГОСТ 17661-72 Тунец, парусник, макрель, марлин и меч-рыба мороженые. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 4 с.
9. ГОСТ 20057-96 Рыба океанического промысла мороженая. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2003. – 12 с.
10. ГОСТ 21607-97 Наборы рыбные для ухи мороженые. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
11. ГОСТ 3948-90 Филе рыбное мороженое. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2003. – 12 с.
12. ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 23 с.

УДК 621.57

ЗОНАЛЬНОЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ЗАЛА ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент
Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

На предприятиях пищевой перерабатывающей промышленности все более широкое применение находят установки комбинированного производства электрической энергии, тепла и холода на базе газовых двигателей (ГД). Машинные отделения (МО) таких установок автономного энергообеспечения отличаются интенсивными тепловыделениями: от электрогенераторов, навешенных на ГД теплообменников отвода теплоты на нагрев воды, от корпуса самого двигателя, щитов управления и т.д., а также теплопритоками в МО извне, что приводит к повышению температуры воздуха в МО, откуда он поступает на вход турбокомпрессоров (ТК) наддува ГД, и, как следствие, к снижению топливной эффективности ГД. Поэтому приточный воздух МО необходимо охлаждать. В стандартных системах кондиционирования воздуха МО установок автономного энергообеспечения охлаждается весь приточный воздух (всего объема МО) в центральных кондиционерах (ЦК) с холодоснабжением от абсорбционных холодильных машин, утилизирующих сбросную теплоту ГД. Однако при повышенных температурах наружного воздуха стандартные системы охлаждения в ЦК не в состоянии обеспечить требуемую температуру воздуха на входе ГД из-за значительных теплопритоков и больших объемов приточного воздуха.

Более глубокое охлаждение приточного воздуха может обеспечить двухступенчатая система охлаждения с парокомпрессорной холодильной машины (ПКХМ) в качестве низкотемпературной ступени и подачей охлажденного воздуха непосредственно на всасывание ТК ГД (зональный принцип). Для этого можно задействовать уже имеющиеся на предприятии ПКХМ, служащие для холодоснабжения технологического производства. Однако использование этих ПКХМ для кондиционирования воздуха МО ограничивается их располагаемой холодопроизводительностью, остающейся после ее расходования на технологические нужды.

С целью сведения к минимуму потребления дефицитного холода от ПКХМ разработана система двухступенчатого охлаждения воздуха в воздухоохладителе (ВО) на входе ГД с хладоснабжением второй ступени $ВО_2$ от комбинированной абсорбционно-парокомпрессорной холодильной машины (КАПКХМ) [1, 2]. При этом конденсатор ПКХМ охлаждается хладоносителем – холодной водой с температурой 7 °С от АБХМ. Система позволяет повысить холодопроизводительность компрессора и холодильный коэффициент ПКХМ (с

$\eta_к$=3 до $\eta_к$=7 согласно характеристикам компрессора BITZER 4NES-12Y-40P на рис. 1) за счет снижения температуры конденсации $t_к$ от 45°С до 20°С.

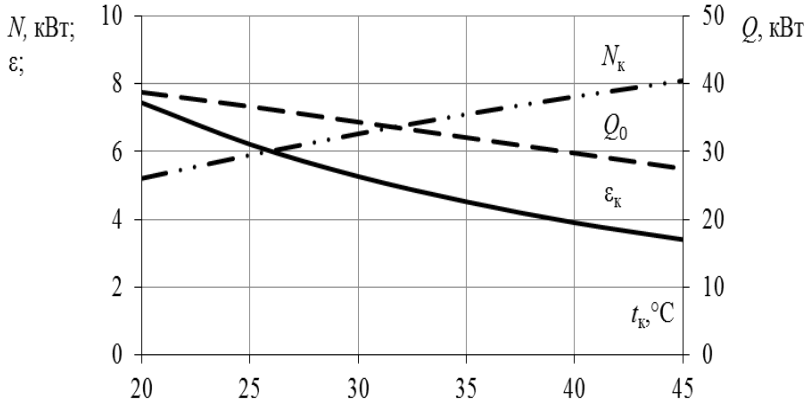


Рис. 1. Зависимость холодильного коэффициента $\varepsilon_к$, потребляемой электрической мощности $N_к$ компрессора BITZER 4NES-12Y-40P, холодопроизводительности ПКХМ Q_0 от температуры конденсации $t_к$

Таким образом можно сократить затраты электроэнергии на привод компрессора ПКХМ на 40…50 %.

На рис. 2 представлены результаты расчета характеристик системы двухступенчатого охлаждения приточного воздуха на входе ГД в КАПКХМ.

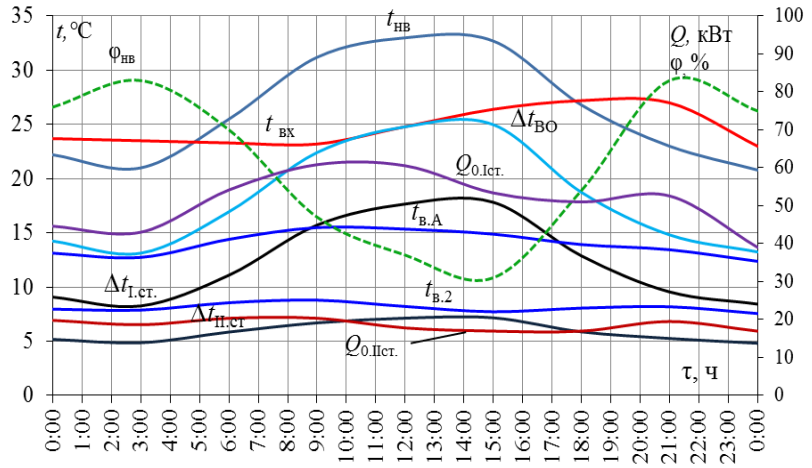


Рис. 2. Температуры наружного воздуха $t_{нв}$, воздуха на входе ТК ГД $t_{вх}$ при его заборе из МО, на выходе из первой BO_1 $t_{BO2.Iст}$ и второй BO_2 $t_{BO2.IIст}$ ступеней ВО, снижение температуры воздуха в BO_1 $\Delta t_{BO.1} = t_{нв} – t_{BO2.Iст}$ и BO_2 $\Delta t_{BO.2} = t_{BO2.Iст} – t_{BO2.IIст}$, полная глубина охлаждения приточного воздуха в двухступенчатом ВО $\Delta t_{BO} = t_{нв} – t_{вых.BO.2}$ в течении суток при расходе воздуха 35000 м^3/ч, холодопроизводительности первой BO_1 $Q_{0.Iст}$ и второй BO_2 $Q_{0.IIст}$ ступеней

Как видно из графиков, снижение температуры воздуха составляет $\Delta t_{BO} = t_{нв} – t_{вых.BO.2}$ = 14…26 °С, что больше примерно в полтора раза, чем в базовом варианте $\Delta t_{BO(60)} = t_{нв} – t_{BO.2}$ = 5…13 °С.

На рис.3 представлены текущие значения холодопроизводительности (тепловой нагрузки на ВО) и сокращение удельного расхода топлива в течение суток.

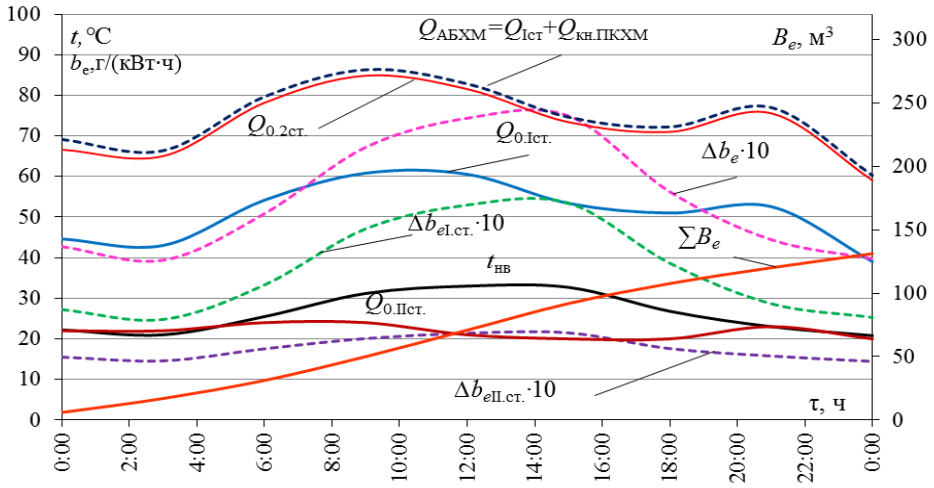


Рис. 3. Изменение холодопроизводительности первой ступени ВО$_1$ $Q_{0.Iст}$, второй ступени ВО$_2$ $Q_{0.IIст}$, суммарной холодопроизводительности ВО $Q_{0.ВО}$, полной тепловой нагрузки с учетом охлаждения конденсатора ПКХМ $Q_{каскад.}=Q_{0.2ст}+Q_{кн}$: Δb_e – сокращение удельного расхода топлива, г/(кВт·ч), $\sum \Delta Be$ – суточная экономия природного газа, м^3

Величина $Q_{каскад.}=Q_{Iст} + Q_{IIст} + Q_{кн}$ характеризует полную тепловую нагрузку на АБХМ с учетом затрат холода на охлаждения конденсатора ПКХМ. Как видно, максимальная тепловая нагрузка составляет около 112 кВт, что на 68% меньше, чем в базовом варианте ($Q_{0(60)}$≈350 кВт), а нагрузка на ВО уменьшилась на 76%, что весьма существенно в условиях дефицита холода на технологические нужды.

Таким образом, применение зональной системы кондиционирования с двухступенчатым охлаждением приточного воздуха на входе ГД позволяет увеличить глубину охлаждения $\Delta t_{ВО}$ в полтора раза по сравнению с базовым вариантом кондиционирования воздуха всего объема МО.

Использованная литература

1. Радченко А. М., Грич А. В. Охолодження приточного повітря машинного відділення газових двигунів тригенераційної установки [Текст] / А.М. Радченко, А.В. Грич // Холодильна техніка та технологія. – 2014. – № 6. – С. 20-25.

2. Радченко Р.Н., Грич А.В. Двухступенчатое охлаждение приточного воздуха газовых двигателей тригенерационной установки [Текст] / Р.Н. Радченко, А.В. Грич // Авиационно-космическая техника и технология. –2014. – № 6. – С. 103–107.

УДК 621.57

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТЕПЛОТИ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ГАЗОПОРШНЕВИХ МОДУЛІВ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРО-, ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Радченко А.М., к.т.н., доц., Остапенко О.В., к.т.н., асистент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

В руслі загальносвітової тенденції децентралізації енергопостачання все більшого поширення набувають установки автономного електро-, тепло- та холодозабезпечення (УАЕТХ), в яких скидна теплота привідних двигунів- електрогенераторів трансформується в холод тепловикористовуючими холодильними машинами (ТХМ), а холод використовується на технологічні потреби та кондиціювання повітря різних об'єктів. Особливо перспективним є застосування для приводу електрогенераторів газопоршневих двигунів (ГПД), що випускаються в когенераційному виконанні – зі штатними теплообмінниками, в яких скидна теплота відводиться на нагрів води (теплоносія), теплота якої в свою чергу трансформується в холод абсорбційною бромистолітієвою холодильною машиною (АБХМ). Термічний стан ГПД забезпечується підтриманням температури зворотного (охолодженого) теплоносія на вході ГПД не вище 70 °С.[1] В той же час ефективність трансформації теплоти в холод в АБХМ висока за умови зниження температури теплоносія в АБХМ не більше ніж на 10…15 °С, тобто до 75…80 °С при його температурі на виході з ГПД (на вході АБХМ) 90 °С. Через суперечливі вимоги до ефективної роботи ГПД і АБХМ по температурі теплоносія для підтримання температури зворотного теплоносія на вході ГПД на безпечному рівні 70 °С він додатково охолоджується в

градирні "аварійного скидання". При цьому втрати теплоти сягають 30 %, внаслідок чого загальний ККД (електричний і тепловий) знижується до 0,6 порівняно з 0,8 за відсутності теплових втрат.

Метою дослідження є підвищення ефективності трансформації скидної теплоти в холод в установках автономного електро-, тепло- та холодозабезпечення шляхом узгодження сумісної роботи когенераційних модулів ГПД і АБХМ за мінімальних теплових втрат.

Як зазначалось, когенераційні модулі ГПД установок автономного енергозабезпечення обладнані штатними теплообмінниками для відведення теплоти від мастила, охолоджуючої води рубашки двигуна, наддувної газоповітряної суміші (ГПС) і випускних газів на нагрів води (рис. 1).

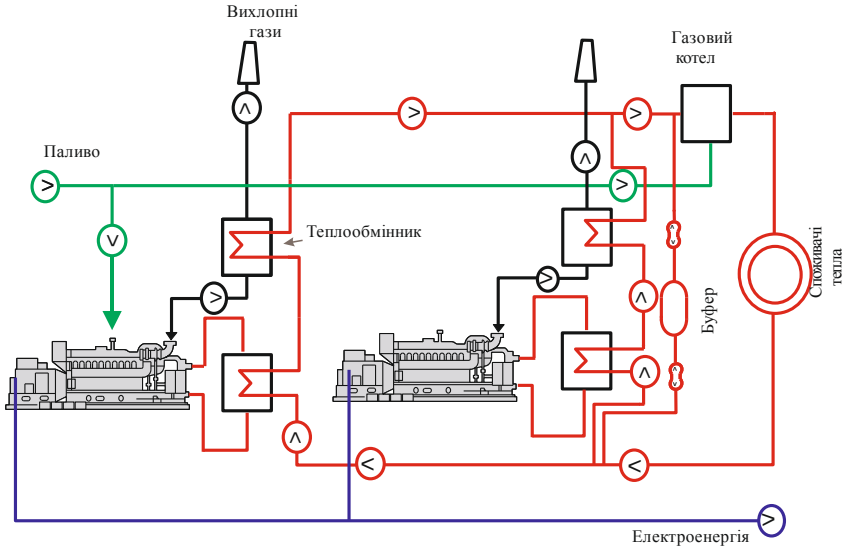


Рис. 1. Схема системи утилізації теплоти наддувної газоповітряної суміші (ГПС), машинного мастила, охолоджуючої води рубашки двигуна та випускних газів когенераційного модуля ГПД

Принципова схема системи трансформації скидної теплоти мастила, охолоджуючої води рубашки двигуна, наддувної газоповітряної суміші і випускних газів ГПД JMS 420 GS абсорбційним бромистолітієвим термотрансформатором (АБТТ) з отриманням холодної води з температурою t_x = 7 °С наведена на рис. 2.

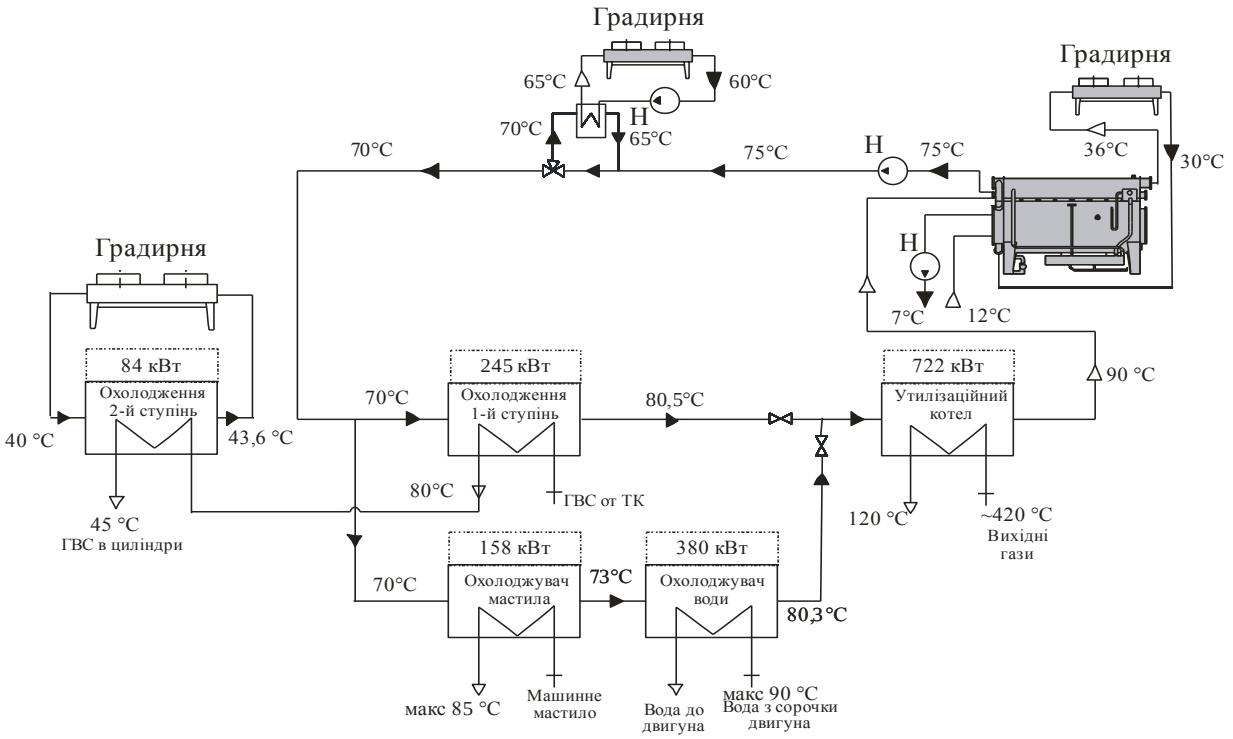


Рис. 2 Схема системи трансформації скидної теплоти мастила, охолоджуючої води рубашки двигуна, наддувної газоповітряної суміші і випускних газів ГПД JMS 420 GS абсорбційним бромистолітієвим термотрансформатором (АБТТ)

Для підтримання температури зворотного теплоносія на вході ГПД на безпечному рівні 70 °С він додатково охолоджується в градирні, а "надлишок" тепла скидається в атмосферу. Таким чином, неузгодженість режимів роботи системи трансформації скидної теплоти в АБХМ і когенераційного модуля ГПД через суперечливі умови їх ефективної експлуатації призводить до значних втрат теплоти (близько 30 %), як наслідок, – зниження теплового ККД від 40 до 20 % і загального ККД ГПД від 0,8, вказаних у характеристиках когенераційних модулів ГПД, до реальних 0,6.

Дефіцит холоду викликає необхідність його покриття електроприводними холодильними машинами (ХМ), що призводить до різкого зростання споживання паливно-енергетичних ресурсів. Отже резерви вдосконалення установок автономного енергопостачання пов'язані з максимальним використанням скидної теплоти за високої ефективності її трансформації в холод.

Для аналізу ефективності існуючої системи трансформації скидної теплоти когенераційного ГПД з АБХМ було проведено моніторинг параметрів системи. Результати обробки даних моніторингу з температур теплоносія показали що, через обмеження по температурі зворотного теплоносія на вході в ГПД t_{w3} =70 °С, що накладається фірмами-виробниками ГПД, тільки частина теплоти, що відводиться від двигуна та характеризується різницею температур $t_{w1} - t_{w2}$ = 14…15 °С, трансформується в АБХМ в холод, тоді як вся наявна теплота визначається різницею температур $t_{w1} - t_{w3}$ = 20 °С.

За результатами моніторингу системи трансформації скидної теплоти газового двигуна JMS 420 GS-N.LC GE фірми Jenbacher в абсорбційній холодильній машині марки AR-D500L2 фірми Century були розраховані теплові потоки в системі трансформації теплоти в холод.

Загальна кількість одержуваної від двигуна теплоти у вигляді гарячої води з температурою $t_г$ = 90°С становить $Q_{г.с} \approx$ 2800 кВт, з якої в АБХМ використовується тільки частина, $Q_{г.А} \approx$ 2000 кВт.[2]. У той же час через обмеження фірми-виробника ГПД по температурі зворотного теплоносія на вході в ГПД t_{w3} =70 °С в теплообміннику ОТН та градирні аварійного скидання від нього відводиться надлишок теплоти $Q_{г.п} \approx$ 800 кВт. Тобто втрати теплоти $Q_{г.п}$ /$Q_{г.с}$ складають майже 30 % загальної її кількості $Q_{г.с}$, відведеної від ГПД.

З урахуванням температури гарячого теплоносія t_{w1} і температури конденсації $t_к$ водяної пари в АБХМ, яка визначається, виходячи зі значень температури води $t_{о.в}$, охолоджуючої конденсатор і генератор пари-десорбер АБХМ, як $t_к = t_{о.в}$ + 3 °С, були розраховані значення теплового коефіцієнта АБХМ AR-D500L2 фірми Century $\zeta_{АБХМ}$ і всієї системи утилізації $\zeta_{СУб}$ для базового варіанта.

Розраховані також поточні значення холодопродуктивності АБХМ $Q_{0.А}$ і потенційно можливої кількості холоду $Q_{0.п}$, яку можна було б отримати трансформацією в АБХМ (при тепловому коефіцієнті $\zeta_{АБХМ}$ = 0,7) скидного тепла $Q_{г.п}$ існуючої системи утилізації.

Отже, якщо трансформувати в холод все надлишкове тепло $Q_{г.п}$, яке зазвичай скидається в атмосферу градирнею аварійного скидання, то можливе збільшення холодопродуктивності установки з 1600 кВт до 2100 кВт.

УДК 621.574+621.892

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЖЕКТОРНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ НА НЕФТЕБАЗЕ

Бутовский Е. Д., Когут В. Е., Хмельнюк М. Г.,
УН Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского, ОНАПТ, Одесса

Один из важных путей экономики топливно-энергетических ресурсов является борьба с потерями нефтепродуктов. Одним из видов потерь жидких углеводородов, полностью не устранимых, являются потери от испарения из резервуаров и других емкостей при хранении и транспортировки. Анализ отрасли коммерческой реализации углеводородов нефтепродуктов показал, что потери при дыхании достигают в летнее время года до 15%. Грамотная организация сливных и наливных операций обеспечивает экономичный перелив продукта, а также не допускает вытекание нефтепродуктов из цистерн во время хранения. Более того использование только высококачественного оборудования также позволяет производить сливные/наливные операции экологично, существенно сокращая вред, неизбежно наносимый нашей окружающей среде.

Выбросы углеводородов в атмосферу при испарении нефтепродуктов из резервуаров особенно большие на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях, а также нефтебазах и автозаправочных станциях (АЗС).

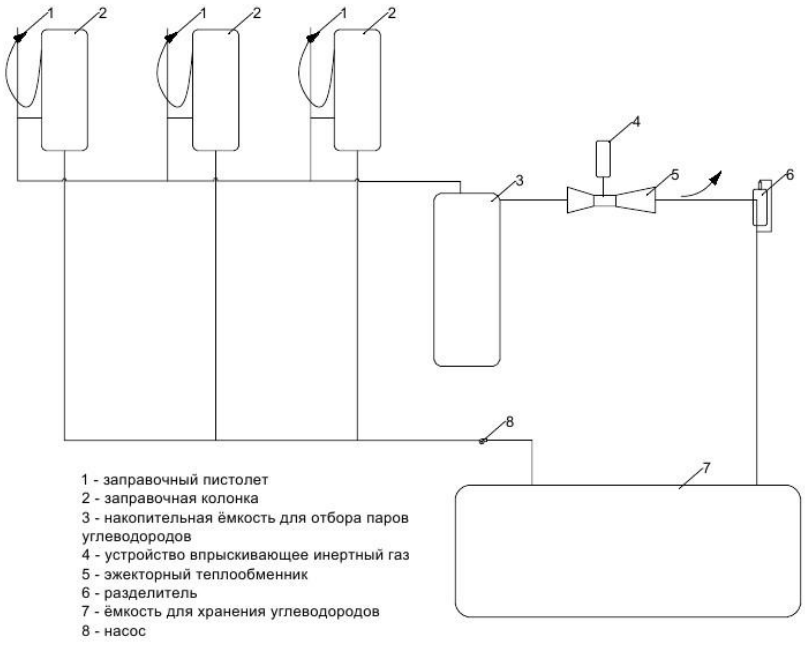


Рисунок 1. Схема установки эжекторного теплообменника на автомобильной заправочной станции

Применение установки с эжекторным теплообменником позволяет практически полностью снизить потери углеводородов при переливе из ёмкости в ёмкость.

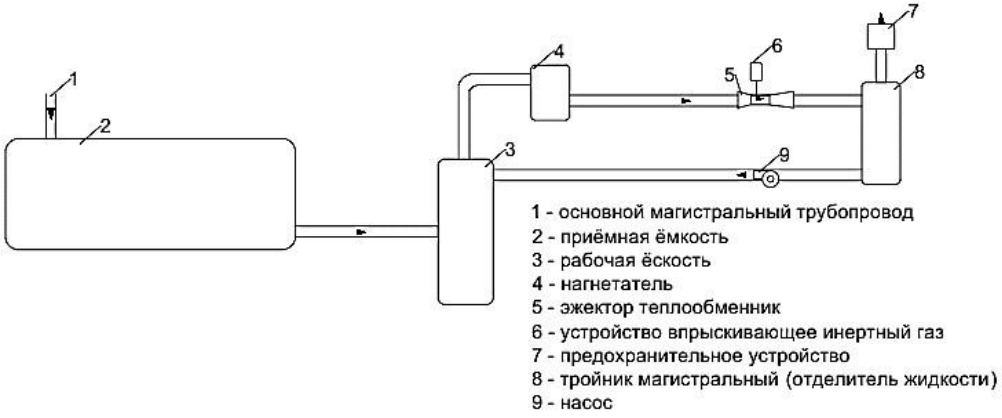


Рисунок 2. Принципиальная схема подключения эжектора теплообменника в системе слива из емкости

Расчет проводился по установке, работающей с емкостями больших размеров (точная емкость резервуара не указана из-за частичного заполнения топливом при заливе) для нефтебазы "Красная звезда" город Запорожье. Проектирование установки с эжекторным теплообменником осуществлялось по правилам и сметам сложного теплообменного оборудования. Применение установки с эжекторным теплообменником для конденсации легкокипящих углеводородов на нефтебазе позволит защитить окружающую среду от испарения в неё паров углеводородов, и значительно быстрее получить экономический эффект.

Эжекторные системы для улавливания легких фракций углеводородов обеспечивают высокую степень сокращения потерь, обладают малой металлоемкостью и капиталоемкостью, просты и надежны в эксплуатации.

Результаты подтвердили возможность охлаждения потока смеси воздуха с углеводородами азотом и углекислотой в теплообменнике эжекторного типа для конденсации углеводородов различных марок бензинов, биоэтанольного топлива и дизельного топлива, а потом их разделения. Важным фактором является уменьшение испарения составляющих компонентов из биоэтанольного топлива, что обеспечивает не только сохранность, но и качественные показатели смеси.

Подводя итоги, можно отметить, что экономический эффект заключался в следующем: стоимость на проектирование и приобретение оборудования, а также его монтажа составила 53000 гривен. Годовые эксплуатационные расходы составили 152550 гривен. Таким образом, установка окупается менее чем через год.

Список литературы:

1. В. Е. Когут, Е. Д. Бутовский. Применение эжекторных теплообменников в различных областях промышленности \\ Восточно-Европейский журнал передовых технологий \ Харьков – 2014 – Вып. 5, Т. 1 (71) — с. 51-58
2. Kogut, V. Application heat exchange ejector for condensation of vapors of hydrocarbons [Text] / V. Kogut, I. Butovskyi, M. Khmelniuk // IV International Scientific and Technical Conference “Kazakhstan-Refrigeration 2014”. Almaty, Kazakhstan, 2014. – P. 5–8.
3. Когут В.Е., Хмельнюк М.Г. Вопросы сохранности при транспортировке и хранении нефтепродуктов // «Вестник Национального университета кораблестроения», 2010.
4. Блинев И.Г., Герасимов В.В. и др. Перспективные методы сокращения потерь нефтепродуктов от испарения в резервуарах – М., Энефтехим. – 2001.

УДК 621.574

ЭЖЕКТОРНЫЙ КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Когут В. Е., Бушманов В. М., Бутовский Е. Д., Хмельнюк М. Г.
УН Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского, ОНАПТ, Одесса

Во время работы паровых котлов происходит выделение большого количества дымовых газов. Которые перед выбросом в атмосферу необходимо очищать от золы, оксидов азота и серы. Современные системы химической и физической фильтрации справляются с поставленной задачей. Однако при переходе котельных установок на смеси из различных угольных марок и использования брикетов в дымовых газах возрастает количество канцерогенных смол. А на стартовых режимах котлов их выделение увеличивается на 90%. К тому же современные системы очистки дымовых газов не рассчитаны на удаление смол. И при работе в таких режимах быстро забиваются. Опасность загрязнения окружающей среды канцерогенами заключается в их свойстве накапливаться в организме и способствовать развитию раковых клеток. Так же их осаждение в легких и верхних дыхательных путях человека приводит к повреждению слизистой оболочки человека. Что делает его организм более уязвимым к бактериям и вирусам распространяющихся воздушно капельным путем.

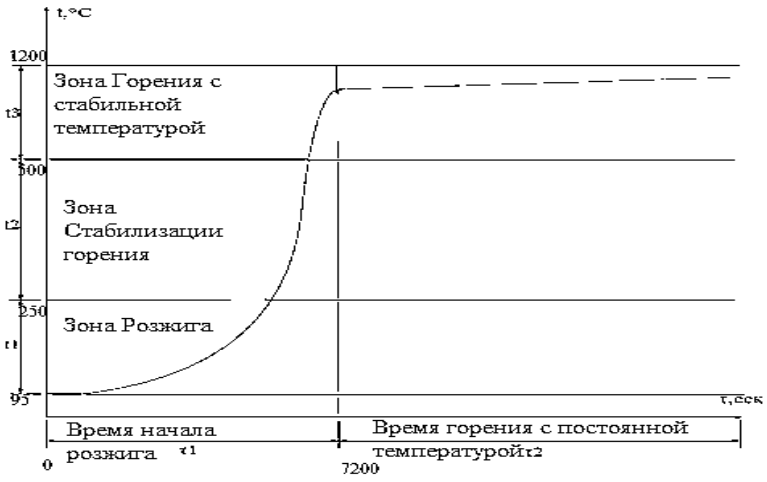


Рис.1 График изображающий рост температуры в котле по времени.

На графике изображено примерное время розжига котла. До того момента как температура в котле достигнет значения примерно равного 400 градусов Цельсия большая часть канцерогенных смол будет выходить из топки в дымоход.

До того, как температура поднимется до значения, при котором смолы буду распадаться на безопасные компоненты котлу необходима дополнительная очистка.

Обеспечить такую очистку, может представленный на Рис.2 эжекторный фильтр. Принцип его действия заключается в эффекте дроссельного охлаждения дымовых газов, и охлаждения дымовых газов за счет впрыска в поток жидкого хладагента. В следствии чего происходит конденсация канцерогенных смол. Сконденсированная часть отводится от основного потока в реверсивном отделителе. Работающим по

гидравлическому принципу отделения потоков разных плотностей при резкой смене направления потока. Более тяжелые сконденсированные смолы оседают на дне, а дымовые газы уходят из системы.

Затем, когда котел выходит из стартового режима в этом фильтре уже нет необходимости. Фильтр может прекратить работу и не участвовать в дальнейшей очистке.

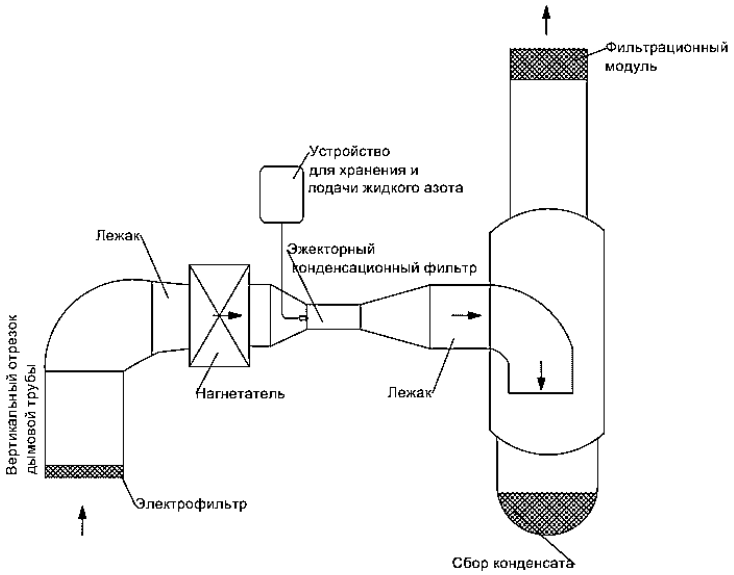


Рис.2 Схема подключения эжекторного фильтра.

Уже существующие системы фильтрации не могу в существующих условиях обеспечить полную очистку дымовых газов от канцерогенов.

Представленный выше фильтр конденсации компонентов дымовых газов может обеспечить практически полную моментальную конденсацию дымовых газов в системе очистки перед выбросом в атмосферу.

Конденсация достигается путем впрыска мелкодисперсного жидкого хладагента в поток горячих дымовых газов, моментальное охлаждение и конденсация дымовых газов. Внедрение данного фильтра в уже существующие системы очистки с последующим улучшением степени очистки до **95%.**

Список литературы:

1. В. Е. Когут, Е. Д. Бутовский. Применение эжекторных теплообменников в различных областях промышленности \\ Восточно-Европейский журнал передовых технологий \ Харьков – 2014 – Вып. 5, Т. 1 (71) — с. 51-58
2. Kogut, V. Application heat exchange ejector for condensation of vapors of hydrocarbons [Text] / V. Kogut, I. Butovskyi, M. Khmelniuk // IV International Scientific and Technical Conference “Kazakhstan-Refrigeration 2014”. Almaty, Kazakhstan, 2014. – P. 5–8.
3. В. В. Беспалов. Технология осушения дымовых газов ТЭС с использованием теплоты конденсации водяных паров /В. В. Беспалов, В. И. Беспалов // Известия Томского политехнического университета \ Т. 316, № 4 – 2010 – с. 56-59

УДК 665.3.061

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО КИНЕТИКЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕЛЕВОГО КОМПОНЕНТА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Георгиеш Е.В.,
Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий

В настоящее время вопросом моделирования процесса экстрагирования целевого компонента уделяется большое внимание, что связано с необходимостью получения надежных данных по полноте извлечения целевых компонентов и оптимизации самого процесса. Существующие математические модели процесса извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья для классических тел и

полуограниченных массивов при граничных условиях I и III рода с учетом условий однозначности, в которые входят форма тела и начальное распределение концентрации, дают решения для частных случаев. Для получения аналитической зависимости, позволяющей проводить расчеты процесса экстрагирования целевого компонента из дробленного растительного материала в форме, близкой к шару, выведена модель, решение которой позволяет найти распределение концентрации внутри шара в любой момент времени при условии, что концентрация в любой точке шара есть функция времени и радиуса.

Дифференциальное уравнение диффузионного извлечения целевого компонента (ЦК) из частицы в форме шара для симметричного задачи: $\frac{\partial C}{\partial \tau} = D\frac{\partial^2 C}{\partial r^2}$, кг/(м^3·с)

начальные условия: $\tau = 0$; $C = C_0$; $\overline{C} = const$; $C = f(r)$;

граничные условия: $-\frac{D}{C-\overline{C}}\left(\frac{\partial C}{\partial r}\right)_{r=R} = \beta$, м/с; $\frac{\partial C(0,\tau)}{\partial r} = 0$; $C(0,\tau) \neq \infty$,

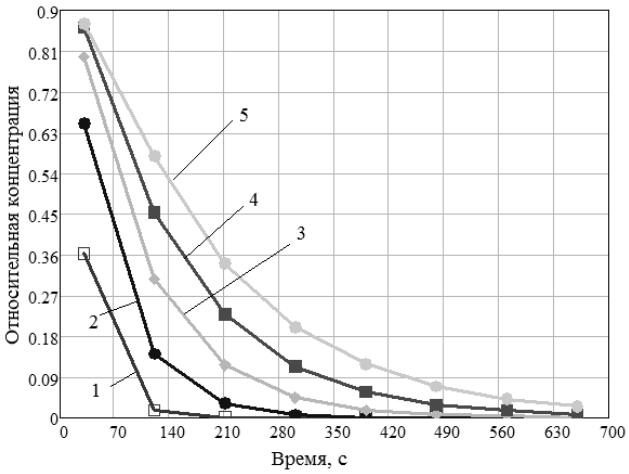
где r – текущий радиус сферы, м; R – радиус сферы, м; $0 \le r \le R$; C – текущая концентрация ЦК в сферической частице, кг/м^3; C_0 – начальная концентрация ЦК в частице, кг/м^3; $\overline{C}$ – средняя концентрация ЦК в экстрагенте, кг/м^3; D – коэффициент диффузии, м^2/с; β – коэффициент массоотдачи, м/с.

Принимая, что в начальный момент времени концентрация ЦК в экстрагенте равна нулю, используя метод разделения переменных, получим зависимость для расчета изменения относительной концентрации целевого компонента в произвольный момент времени и в произвольной точке по радиусу сферы r:

$$\frac{C}{C_0} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(\mu_n)}{\mu_n - \sin(\mu_n)\cos(\mu_n)} \frac{\sin(\mu_n \frac{r}{R})}{\mu_n^2} (\sin\mu_n - \mu_n \cos\mu_n) e^{-\mu_n^2 Fo_D}$$

где Fo_D – диффузионное число Фурье: $\mathrm{Fo}_D = \frac{D\cdot\tau}{R^2}$; μ_n – характеристические числа.

На рис. 1 приведены данные расчета относительной концентрации целевого компонента, полученные для разных радиусов. Расчетное исследование влияния коэффициентов массоотдачи и диффузии говорят о соответствии математической модели массопереноссса реальному процессу.



1 – R = 2 мм;

2 – R =4 мм;

3 – R =6 мм;

4 – R =8 мм;

5 – R = 10 мм;

β = 2,5·10^{-5} м/с;

D = 2,0·10^{-7}м^2/с

Рис. 1 Кинетика извлечения целевого компонента (масла) при различных значениях радиуса сферической частицы R

Для подтверждения работоспособности математической модели переноса массы целевого компонента было проведено сравнение результатов по экспериментальным данным работы [1], где исследуется получение бетулинового концентрата из технической бересты спиртовой экстракцией при воздействии СВЧ-поля. При разработке технологии получения бетулина рекомендуется использовать 95 %-ный спирт.

Бетулин получают путем экстрагирования бересты березы и содержит как основной компонент тритерпеновый спирт. Бетулин и синтезированные на его основе производные применяют для химико-

фармацевтической и пищевой отраслей промышленности [1]. При проведении СВЧ-экстракции с вариацией соотношения материала к растворителю (модуля) от 1:10 до 1:20 (по объему) в интервале продолжительности процесса до 10 мин установлено, что максимальное извлечение ЭВ из бересты наблюдается через 5–6 мин, независимо от модуля экстракции. Причем вариация модуля показала, что при модуле 1:20 извлекается на 7–8 % больше ЭВ, чем при модуле 1:10. Средние размеры частиц в тангенциальном, продольном и радиальном направлениях, 7,0×3,0×0,03 мм.

Получено, что с уменьшением концентрации спирта снижается степень извлечения ЦК, т.к. бетулин нерастворим в воде. В то же время предлагаемая в данной работе модель применима для условий большого разведения, что позволяет использовать результаты, полученные при концентрации этилового спирта 95 %, для сопоставления с расчетными данными. Экспериментальные данные представлены на рис.2. Следует отметить, что линия, изображенные на рис. 2, соответствуют изменению концентрации ЦК в растворе. Следовательно, концентрация в частице, зависимости для которой были получены в данной работе, будут их зеркальным отображением. При расчете по полученным зависимостям получена кривая (рис. 3), которая показывает качественное соответствие кинетики процесса извлечения экспериментальным данным.

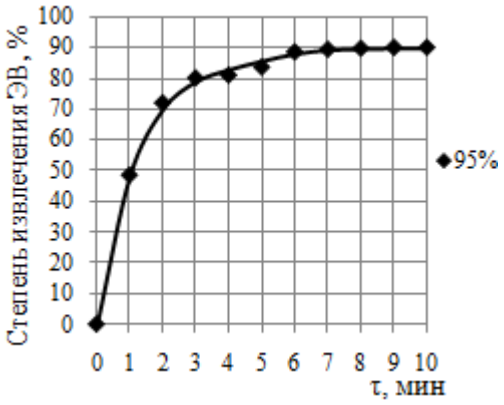


Рис. 2 Влияние концентрации этилового спирта на извлечения бетулина [1]

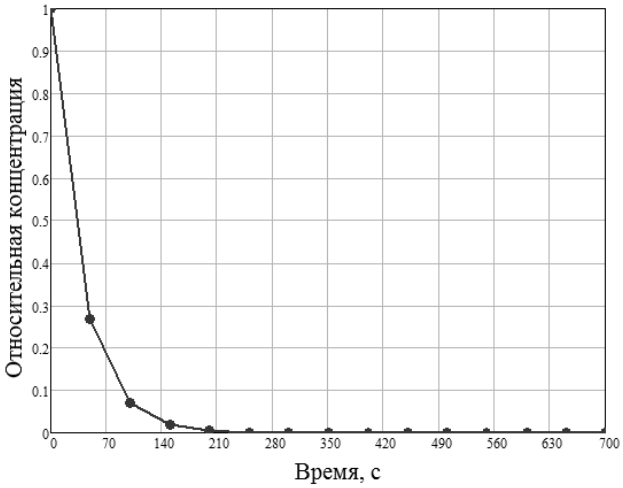


Рис. 3 Кинетика выхода целевого компонента (бетулин)из частицы сферической формы
$\beta = 2{,}5 \cdot 10^{-5}$ м/с; $D = 2{,}4 \cdot 10^{-7}$ м^2/с; $R = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ м

В то же время для значений, принятых в расчете (рис.3), скорость извлечения получилась завышенной, что объясняется завышенным коэффициентом диффузии: в расчете принималось $D = 2 \cdot 10^{-7}$ м^2/с. Данные, приведенные на рис.2, получены при значении коэффициента диффузии, полученного непосредственно в эксперименте [1] $D = 1{,}24 \cdot 10^{-10}$ м^2/с. Расхождение экспериментальных и расчетных данных уменьшается с увеличением длительности экстрагирования. Так, при 420 с погрешность расчета составляет 68 %, а при 600 с - 30,3%.

Сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными свидетельствуют об их удовлетворительном согласовании, что позволило сделать положительное заключение относительно корректности разработанных в работе математических моделей. Ограничением является область малых чисел $\mathrm{Fo}_D \le 0{,}03$, вследствие чего для значений коэффициентов диффузии, характерных для экстрагирования бетулина в микроволновом поле $D = 1{,}24 \cdot 10^{-10}$ м^2/с и при размерах частиц, применяемых в реальных процессах, предложенная в работе модель не дает возможности получать корректные значения при малом времени экстрагирования.

Список литературы:

1 Коптелова, Е.Н. Извлечение экстрактивных веществ и бетулина из бересты при воздействии СВЧ-поля [Текст] / Е.Н. Коптелова, Н.А. Кутакова, С.И. Третьяков. // Химия растительного сырья, 2013. – № 43.– С. 159-164.

УДК 621.52

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Петренко М.А., аспирант,
Украинский научно исследовательский институт бытового машиностроения (УкрНИИБытМаш).

Стратегия развития холодильных систем зависит от множества требований, которые возникли в процессе глобальных изменений в таких сферах, как экономика, энергетика и защита окружающей среды. Энергосбережение становится все более важным фактором, который определяет устойчивое развитие общества. Анализ поведения пользователей в реальных условиях и лабораторные тесты показали, что потребление энергии оказывается чрезвычайно неравномерным и чувствительным к условиям эксплуатации. Цель настоящей работы заключается в анализе, исследовании, разработке и осуществлении мероприятий, способствующих повышению конкурентоспособности современных холодильных систем за счет снижения энергопотребления в реальных условиях эксплуатации.

В настоящей работе рассматривается подход, использующий интеллектуальные сети электроснабжения (Smart grid), в состав которых наряду с информационными и коммуникационными технологиями входят технологии для сбора информации о производстве и потреблении электрической энергии. Интеллектуальные энергетические системы объединяют производителей, которые могут управлять поведением всех подключенных пользователей, с целью обеспечения устойчивого, экономичного и надежного электроснабжения. Холодильные установки наряду с тепловыми насосами входят в состав энергетической системы и выступают в роли аккумуляторов энергии, регулирующих энергетический баланс сетей. Разработка таких систем повышает эффективность, надёжность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии [1]. Правила разработки «интеллектуальных сетей» определены в Европе через «Платформу европейских умных сетей электроснабжения» (Smart Grid European Technology Platform) [2]. Развитие технологии умных сетей также означает фундаментальную реорганизацию рынка услуг электроэнергетики несмотря на то, что терминология на первый взгляд предполагает только развитие технической инфраструктуры

Для поиска оптимального решения развита гибкая модель мультиагентного анализа, базирующаяся на многокритериальной природе процесса принятия решения в Smart Grid при наличии конфликта и нечеткости целей при проектировании энергопреобразующих систем. С математической точки зрения задача реализации концепции устойчивого развития рассматривается как задача мультиагентной оптимизации, которая сводится к проблеме нечеткого нелинейного программирования с ***n*** несовместимыми критериями (экономический, социальный, термодинамический и другие), ***m –*** переменными управления и ***k*** нелинейными ограничениями

В данной работе предлагается следующая последовательность шагов принятия решения в мультиагентной оптимизациием ВЭС.

- Определение области оптимальности по Парето (или области компромисса) - X_P , в которой достигается согласованное решение конфликта между критериями с противоположными интересами;
- Представление критериев и ограничений в форме нечетких множеств для отображения неструктурированных ситуаций (т.н. процедура «размывания» критериев);
- Неформальный выбор схемы свертки для перехода от векторного критерия $K\ [K_i(X),$ к скалярной комбинации $K_i(X)$;
- Оценка окончательного вектора $X_{opt} \in X_P$, минимизирующего нечеткие источники неопределенности и отражающего достижение согласованного критерия устойчивого развитие ВЭС.

Показано, что минимизация переключений компрессора приводит к снижению энергопотребления до 30% (оптимистическая оценка). Пессимистическая оценка составляет порядка 7%. Компромиссный вариант переключения компрессора на основе критерия устойчивого развития достигает 10%.

Список информационных источников

1. https://energy.gov/oe/activities/technology-development/grid-modernization-and-smart-grid
2. Smart Grids European Technology Platform 2011 | www.smartgrids.eu. *smartgrids.eu*

УДК: 663.252.1

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ПІД ТИСКОМ

Потапов В.О., Гриценко О.Ю.

Відомо, що сушіння є технологічно складним та дуже енергоємним процесом на реалізацію якого витрачається близько 15% видобутого палива у світі та 25% споживання енергії промислово розвинених країн, а в харчовій і переробній промисловості до 30% [1]. У зв'язку з цим підвищення енергоефективності та екологічності процесів сушіння є пріоритетним напрямком наукових досліджень та конструкторських розробок.

У Харківському державному університеті харчування та торгівлі активно розвивається науковий напрямок в теорії та техніці сушки, заснований на концепції адресної доставки енергії до матеріалу, що зневоднюється. Зокрема запропоновано спосіб сушіння у тепло-масообмінному модулі (ТМОМ) при підвищеному тиску [2]. Згідно з цим способом, дрібнодисперсний або зернистий вологий матеріал розміщується в герметичному ТМОМ, в якому створюється надлишковий тиск за допомогою зовнішнього компресора (рис.1).

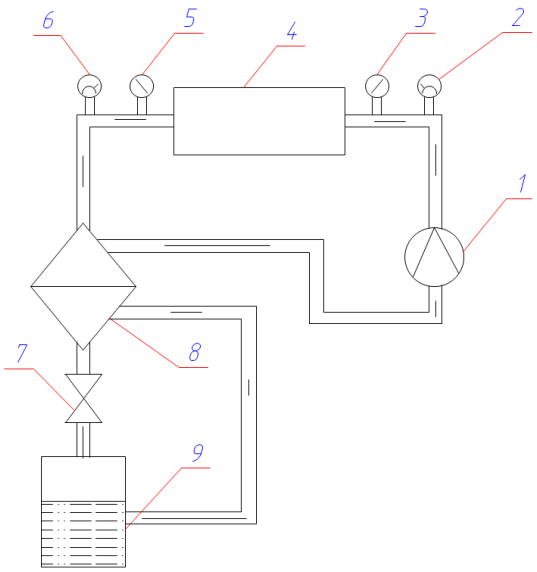


Рис.1. Схема установки для сушіння під дією підвищеного тиску:
1 - компресор; 2,6 - датчики температури; 3,5 - датчики тиску; 4 - ТМОМ;
7 - дросель; 8 – тепло-обмінник; 9 – віддільник рідини

В результаті стиснення в компресорі повітря нагрівається до необхідної температури. При фільтрації повітря через пористий матеріал воно поступово насичується вологою, яка випаровується з вологого матеріалу. При досягненні стану насиченої пари відбувається часткова конденсація волого повітря і ця парорідинна суміш під дією надлишкового тиску виводиться з ТМОМ. Таким чином сушильний агент (повітря) повністю використовує свій сушильний потенціал. Далі парорідинна суміш охолоджується в теплообміннику, дроселюється і поступає у віддільник рідини після якого осушене повітря знову повертається у компресор. В результаті такого способу сушіння відсутні втрати теплоти з відпрацьованим сушильним агентом, відсутні викиди відпрацьованого сушильного агента в навколишнє середовище. В такій схемі відсутній традиційний калорифер а енергія адіабатичного стиснення безпосередньо перетворюється в теплоту, що термодинамічно ефективніше ізобарного процесу нагрівання повітря у калорифері. Сушильний агент безпосередньо доставляється до кожної дисперсної частинки матеріалу за рахунок фільтрації під дією надлишкового тиску, що обумовлює високі значення коефіцієнтів тепло та масовіддачі. Наявність віддільника рідини в схемі дозволяє збирати ароматичні та пігментні речовини із харчової сировини, які видаляються під час сушіння, і використовувати їх в подальшому. Таким чином, у пропонованій технології сушіння одночасно вирішуються кілька завдань: підвищення енергоефективності, ресурсозбереження та екологічності виробництва.

Для визначення раціональної геометрії тепло-масообмінного модуля слід виходити з наступних міркувань. По-перше для того щоб повністю використовувати здатність вологого повітря поглинати вологу довжина ТМОМ повинна бути більшою за деяку мінімальну довжину, яка визначається з умови досягнення сушильним агентом температури насиченої пари. По-друге для забезпечення високої швидкості сушіння бажано обмежитись такою довжиною ТМОМ, яка відповідає першому періоду сушіння (періоду максимальної швидкості сушіння). По-третє довжина ТМОМ обмежена максимальною втратою тиску внаслідок гідравлічного опору пористого матеріалу який висушується та визначається тиском насиченою пари на виході з ТМОМ.

Виходячи з цих міркувань нами було розв'язано задачу про тепло-масообмін в ТМОМ заповненим вологим пористим матеріалом за умов фільтрації повітря під підвищеним тиском. В результаті було отримано наступні нерівності. які обмежують діапазон можливих відношень довжина ТМОМ – діаметр ТМОМ.

Умова повного насичення сушильного агента:

$$\frac{L}{D} > \frac{6}{\pi}\frac{c_a\rho_a}{\alpha D^3}\frac{\bar{r}}{\Pi}V_a; \quad (1)$$

умова максимальної швидкості сушіння:

$$\frac{L}{D} < \frac{1}{10\pi}\frac{q_w\rho w_0}{\alpha(t_1-t_s)D^3}\frac{\bar{r}}{\Pi^2}V_a; \quad (2)$$

умова обмеження гідравлічних втрат:

$$\frac{L}{D} < \frac{\pi}{32}\frac{(p_1-p_2)\bar{r}^2\Pi D}{\eta_a V_a}, \quad (3)$$

де L - довжина ТМОМ, D - діаметр ТМОМ, c_a - питома теплоємність повітря, ρ_a - густина повітря, η_a - динамічна в'язкість повітря, V_a - об'ємна витрата повітря. $\bar{r}$ - середній радіус капілярів матеріалу, що висушується, Π - пористість матеріалу, ρ - питома маса сухої речовини матеріалу, w_0 - початковий вологовміст матеріалу, q_w - питома теплота пароутворення для води, α - коефіцієнт тепловіддачі, t_1 - температура на вході в ТМОМ, t_s - температура насиченої пари за даного тиску, p_1 - тиск на вході в ТМОМ, p_2 - тиск на виході із ТМОМ,

На підставі рівнянь (1)-(3) можна визначити раціональну геометрію ТМОМ. На рис. 2. наведено загальний вигляд робочої зони для якої можливо ефективне сушіння під тиском для заданих геометричних характеристик ТМОМ залежно від об'ємної витрати сушильного агенту (повітря), що нагнітається компресором.

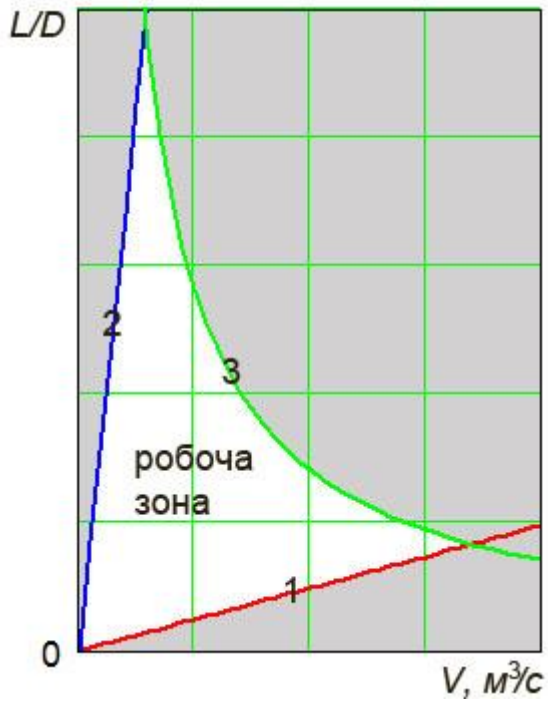


Рис. 2. Зона раціональних геометричних характеристик ТМОМ.
1 – лінія повного насичення сушильного агента; 2 – лінія максимальної швидкості сушіння; 3 – лінія обмеження гідравлічних втрат

Висновки. Таким чином отримані рівняння які дозволяють проектувати тепло-масообмінний модуль для реалізації процесу сушіння під підвищеним тиском.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kudra, T. Energy aspects in drying// Drying Technology. 2004. Vol.22, №5. P. 917-932..
2. Патент на корисну модель № 108135 «Спосіб сушіння харчових продуктів в тепломасообмінному модулі під дією підвищеного тиску» (автори: Потапов В.О., Петренко О.В., Гриценко О.Ю.); Опубліковано 11.07.2016, бюл. № 13/2016, 4.с

УДК 621.565.93.95

ТРАНСКРИТИЧНІ СИСТЕМИ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ НА CO_2 ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ РІТЕЙЛУ

Потапов В.О., Петренко О.В., Семенюк Д.П.

Використання CO_2 як холодоагенту в системах холодопостачання підприємств рітейлу займає лідируючі позиції в Європі, Японії, Канаді, США завдяки його унікальним характеристикам. Діоксид вуглецю є натуральним, безпечним і недорогим холодоагентом, забезпечує високу продуктивність, низьке енергоспоживання, винятковий потенціал рекуперації тепла, дозволяє зменшити матеріалоємність холодильної системи. Завдяки його фізичним властивостям потрібні трубопроводи значно меншого діаметру в порівнянні з аналогічною системою на ГФУ. Крім цього, CO_2 має низький потенціал глобального потепління (GWP = 1) і не впливає на озоновий шар Землі (ODP = 0), що дозволяє відповідати найсучаснішим екологічним вимогам. CO_2 може використовуватися як холодоагент у холодильних системах різних типів, що працюють як субкритичних, так і транскритичних циклах [1].

Найчастіше транскритичні холодильні системи на CO_2 використовуються в холодильних установках із бустер-компресором систем холодопостачання підприємств рітейлу, у діапазоні температур від -35^oC (температура кипіння) до $+40^oC$ (температура конденсації), що відповідає тискам від 12 до 90 бар [2]. Особливість транскритичної схеми в тому, що під час її роботи не відбувається конденсації холодоагенту, завдяки чому досягається мінімальна різниця між температурою навколишнього середовища та температурою холодильного агента, що використовується для перенесення тепла в системі рекуперації. Ця властивість дає можливість збільшити кількість тепла, що рекуперується за умов збільшення температури навколишнього середовища. На рис. подано спрощену схему транскритичної бустерної холодильної системи підприємства рітейлу.

Секція високого тиску починається з компресора високого тиску LT, проходить через газоохолоджувач і закінчується клапаном регулювання високого тиску. Розрахунковий тиск у цій секції, як правило, становить від 90 до 120 бар.

Секція середнього тиску починається від розширювального клапана високого тиску, де потік розділяється на газ і рідину в ресивері. Газоподібна фаза відводиться в усмоктувальну лінію компресора високого тиску MT через байпасний клапан. Рідка фаза подається до розширювальних клапанів, де відбувається її розширення перед подачею в низькотемпературний і середньотемпературний випарники. Газ із низькотемпературного випарника стискується в низькотемпературному компресорі та змішується з газами, що надходять із середньотемпературного випарника та байпасної лінії. Звідси газ подається в усмоктувальну лінію компресора високого тиску та заповнює контур.

Розрахунковий тиск у середньотемпературній секції звичайно становить 40...45 бар, а в низькотемпературній – 20...35 бар. При цьому спостерігається тенденція проектувати середньотемпературну та низькотемпературну секції на однаковий тиск. Тиск у ресивері регулюється клапаном із кроковим двигуном. Він повинен бути вище величини тиску, за якого відбувається випарування в середьотемпературних випарниках, для забезпечення різниці тиску на середьотемпературному розширювальному клапані. З іншого боку, цей тиск повинен бути нижче розрахункового тиску. Після розширення під високим тиском відбувається поділ газу та рідини, при цьому газ відводиться безпосередньо на усмоктувальну сторону компресора, а рідка фаза розподіляється по випарниках. Описаний процес дає можливість використовувати стандартні компоненти холодильної системи, що працюють під тиском.

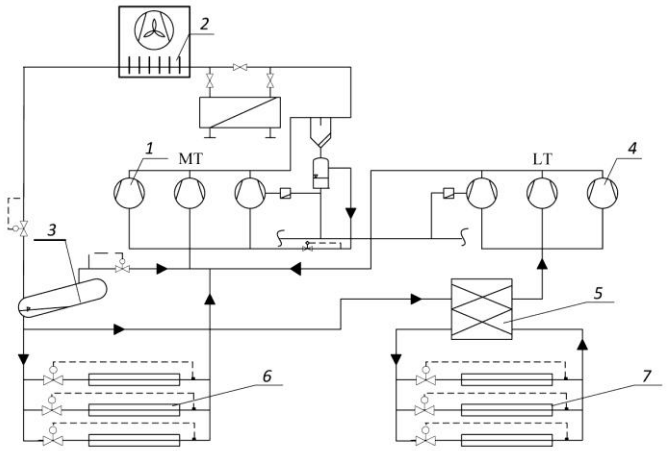


Рис. Спрощена схема транс критичної бустерної холодильної системи підприємства рітейлу: а – середньотемпературна МТ-гілка; б – низькотемпературна LT-гілка; 1 – компресори середньотемпературної гілки; 2 – газкулер; 3 – ресивер; 4 – компресори низькотемпературної гілки; 5 – теплообмінник; 6, 7 – споживачі холоду

За транскритичних умов тиск є функцією температури на виході з газоохолоджувача. Метою регулювання є одержання максимального холодильного коефіцієнта COP за цієї певної температури. Робота вентиляторів газоохолоджувача регулюється за температурою CO_2 на виході з газоохолоджувача. Якщо фактична температура нижче заданого значення, то швидкість обертання вентиляторів зменшується. Якщо всі компресори зупинені, то вентилятори не обертаються. У традиційних системах тиск часто є регулюючим параметром (зі зменшенням тиску конденсації підвищується продуктивність системи), але для транскритичних систем у холодний період це може сприяти збільшенню переохолодження та привести до сильного зниження тиску в ресивері. У результаті цього перепад тиску може бути недостатній для нормальної роботи розширювального клапана.

Транскритична бустерна холодильна система є однієї з найбільш перспективних для застосування в умовах холодного та помірного клімату на підприємствах рітейлу (понад 7500 діючих об'єктів по всьому світу) [1, 2]. Причиною цього є кілька чинників: транскритична бустерна система більш економічна в плані енергоспоживання порівняно із системами, що працюють на фреоні R404a, і в той же час вона має більш просту конструкцію. У порівнянні з традиційними установками на ГФУ хладагентах, в помірному кліматі застосування транскритичної системи дозволяє знизити річне енергоспоживання на 15-20%.

Необхідно відзначити ще один важливий чинник – можливість у транскритичних системах на CO_2 ефективно використовувати рекуперацію тепла для одержання гарячої води для технологічних потреб і підігрів теплоносія для опалення. На відміну від фреонових машин, де є проблеми, пов’язані з одержанням високопотенційного тепла, на холодильних машинах, що працюють у транскритичному циклі на CO_2, таких проблем немає. Усе тепло високопотенціальне й фактично можна використовувати весь перегрів, відключаючи, за необхідності газкулер.

Таким чином, проведений аналіз транскритичних бустерних систем, що працюють на CO_2, показав перспективність їхнього застосування для систем холодопостачання вітчизняних підприємств рітейлу різного формату. Складності, що виникають при цьому, вирішуються різноманітними схемними рішеннями, розробленими та апробованими фахівцями провідних холодильних компаній світу.

Список джерел інформації / References

1. Системы охлаждения на CO_2 для продовольственных магазинов розничной торговли [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.danfoss.com/CO_2

″CO_2 cooling systems for food retail stores″ [″Sistemyi ohlazhdeniya na CO_2 dlya prodovolstvennyih magazinov roznichnoy torgovli″], available at: www.danfoss.com/CO2

2. CO_2 переживает второе открытие [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.guentner.ru/nou-khau/innovacii-i-tekhnologii/khladagent-CO_2-nastupaet

″CO_2 is going through the second opening″ [″CO_2 perezhivaet vtoroe otkryitie″], available at: http://www.guentner.ru/nou-khau/innovacii-i-tekhnologii/khladagent-CO_2-nastupaet

3. David Hinde, Shitong Zha, Lin La (2009), ″Carbon dioxide in North American supermarkets″, *ASHRAE Journal*, Vol. 51, February 2009

УДК 621.574

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАПАНОВ И ПИЛОТОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Прокопенко Н. Ю.,
компания "Данфосс", г. Киев.

Автоматизация процессов и автоматизированный контроль параметров в холодильных машинах и установках имеет важное значение, поскольку позволяет сократить эксплуатационные расходы, добиться уменьшения потерь хранимой продукции, достичь большей точности подержания параметров и улучшить показатель энергоэффективности установок. Автоматизация процессов позволяет уменьшить влияние человеческого фактора и распределить затраты ресурсов на предприятии, использовать труд более эффективно и обеспечить более высокий уровень контроля за работой машин и механизмов.

Как пример автоматизации процесса рассмотрим варианты применения клапанов ICS производства компании Данфосс, с различными пилотами. Сервоприводные клапаны ICS с управлением от пилотного клапана относятся к серии ICV (промышленные регулирующие клапаны). Клапаны состоят из трех главных компонентов: корпус клапана, функциональный модуль и верхняя крышка. Сервоприводные клапаны ICS с управлением от пилотного клапана служат для регулирования давления, температуры, а также работают в двухпозиционном режиме в холодильных системах. Они предназначены для работы с хладагентами высокого и низкого давления. Клапаны ICS могут использоваться на сторонах высокого и низкого давления, в линиях всасывания сухого и влажного пара, а также в линиях жидкого хладагента без фазового перехода.

Работа клапана ICS зависит от пилотного давления, поступающего через пилоты или от внешней пилотной линии. Клапан ICS 1 имеет один штуцер для подвода внешнего пилотного давления, а клапан ICS 3 – три штуцера.

Новая платформа пилотных клапанов снабжена типами CVP, CVPP, CVC и CVE расширяет функционал старой линейки, имеет увеличенные диапазоны рабочих характеристик и совместимость со всеми общепринятыми хладагентами, включая аммиак и диоксид углерода (CO2). Важно отметить, что семейство новых пилотов отличается унификацией конструктивных и рабочих параметров (номенклатура модельного ряда сокращена в 2 раза), что позволяет оптимизировать их подбор, логистику и монтаж. При этом установочные места новых пилотов полностью аналогичны клапанам предыдущего поколения, что позволяет производить их сервисную замену. Электронно-управляемые электроприводом ICAD 1200 новые пилоты CVE идеально подходят как для холодильных систем с дистанционным контролем и быстро изменяющимися нагрузками, так и для отдельных узлов с повышенными требованиями к точности поддерживаемых параметров.

Пилоты и клапаны могут использоваться для систем с ГХФУ хладагентами, невоспламеняющимися ГФУ, R717 (аммиаком) и R744 (CO2). Не рекомендуется использовать пилотные клапаны с воспламеняющимися углеводородами. Пилотные клапаны могут устанавливаться непосредственно на управляемый клапан, либо подключаться с помощью внешней пилотной линии и корпуса CVH, исключая при этом необходимость сварки, пайки и создания отдельных пилотных линий. Все пилотные клапаны могут работать с клапанами ICS всех размеров. Несколько пилотных клапанов могут устанавливаться последовательно или параллельно для обеспечения большого функционала клапанов ICS или ICF(50-65). Пилотные клапаны, установленные в корпус CVH, могут использоваться во внешних линиях и работать как независимые клапаны или как внешние управляющие клапаны клапана ICS. Это позволяет создавать разные комбинации с применяемыми пилотными клапанами, что дает возможность получить большое разнообразие регулирующих функций.

Рис.1 Пилоты и клапан ICS

Широкий ассортимент пилотов включает в себя:

- Пилотный клапан постоянного давления, тип CVP
- Пилотный дифференциальный клапан, тип CVPP
- Пилотный клапан для поддержания давления после себя, со штуцером для подвода опорного давления, тип CVC
- Пилотный клапан постоянного давления с электронным управлением, тип CVE
- Электромагнитный пилотный клапан, тип EVM (нормально закрытый или нормально открытый)
- Корпус, тип CVH для установки пилотных клапанов во внешнюю пилотную линию.

В клапане ICS с тремя пилотными клапанами пилотные штуцеры имеют следующую взаимосвязь. Пилотные клапаны, установленные в штуцеры SI и SII, соединяются последовательно (рис. 2). Основной клапан ICS 3 будет полностью закрыт, если хотя бы один из последовательно соединенных пилотных клапанов будет закрыт. Клапан сможет открыться только если оба пилотных клапана будут полностью и одновременно открыты. Пилотный клапан, установленный в штуцер P, соединен параллельно пилотным клапанам, установленным в штуцеры SI и SII. Основной клапан ICS будет полностью открыт при полностью открытом пилотном клапане в штуцере P, независимо от степени открытия пилотных клапанов в штуцерах SI и SII. Клапан ICS будет полностью закрыт, если пилотный клапан в штуцере P будет полностью закрыт и, хотя бы один из пилотных клапанов в штуцерах SI и SII также будет полностью закрыт. Если на клапан ICS устанавливаются не три пилотных клапана, то свободный штуцер(ы), должны быть заглушены при помощи заглушки.

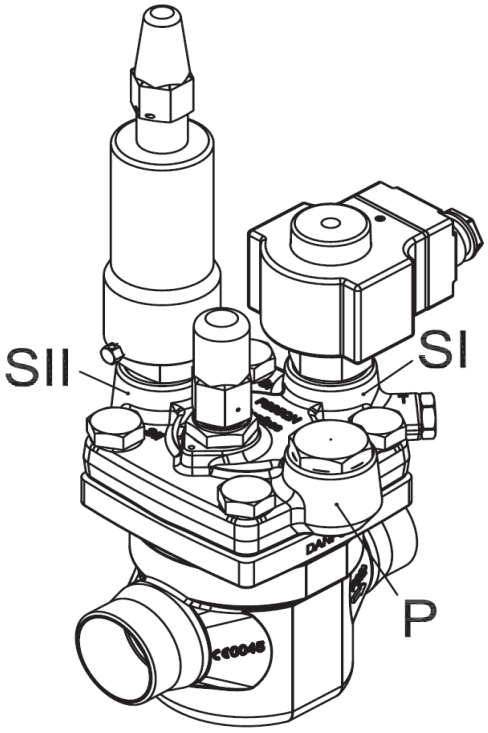


Рис.2 Размещение штуцеров пилотных клапанов на клапане ICS

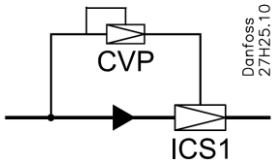
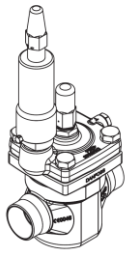
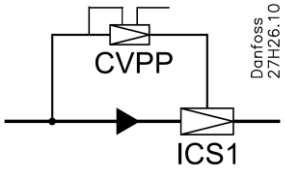
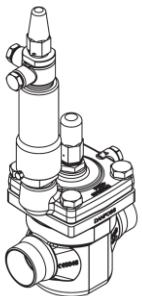
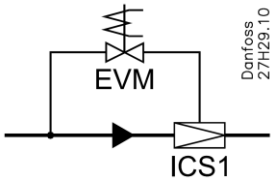
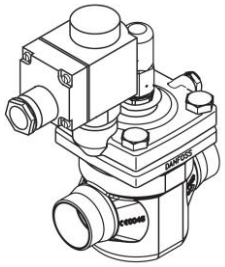
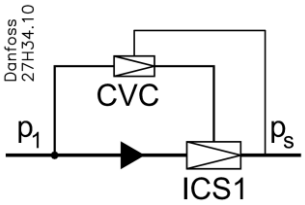
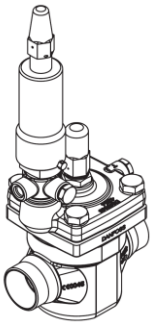
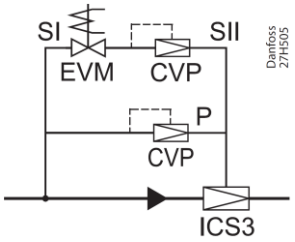
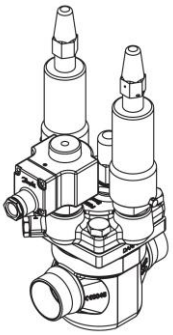
Если степень открытия основного клапана ICS не должна зависеть от давления на его входе или необходимо осуществлять более 3-х регулирующих функций, на штуцеры SI, SII и P можно установить ниппели для подвода внешнего пилотного давления. Это можно сделать как для клапана ICS 1, так и для клапана ICS 3.

В зависимости от принципа действия пилотных клапанов, основной клапан ICS будет реализовывать один из следующих законов регулирования:

- релейный (открыт/закрыт)
- пропорциональный
- интегральный
- каскадный

В связи с этим основные клапаны ICS очень удобны и могут использоваться в любых системах регулирования температуры и давления.

Табл.1 Примеры решений и использования клапанов ICS и пилотов

Описание	Схема	Внешний вид
Поддержание постоянного давления перед клапаном: • CVP-L (От -0,66 до 7 бар) • CVP-M (От 4 до 28 бар) • CVP-H (От 25 до 52 бар)		
Регулирование перепада давления до и после клапана ICS: • CVPP-L (От -0,66 до 7 бар) • CVPP-M (От 4 до 28 бар)		
Схема применения клапана ICS как нормально закрытого/открытого электромагнитного клапана		
Регулирование давления за клапаном ICS. Например, в картере компрессора (Регулирование максимального давления всасывания) • От –0,45 до 7 бар		
Поддержание постоянного давления в комбинации с работой нормально закрытого соленоидного клапана и защитой против высокого давления, когда линия всасывания перекрыта. • От -0,66 до 28 бар		

Приведенные варианты показывают лишь возможности и простейшие варианты применения и возможных конфигураций клапанов и управляющих пилотов.

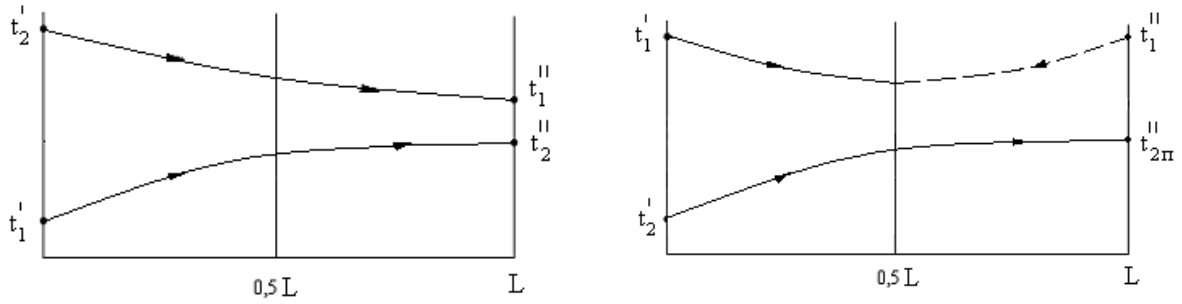
Применение клапанов ICS позволяет автоматизировать по последнему слову техники новые объекты и модернизировать существующие установки с оптимизацией затрат. Регулирующие клапаны ICS не только обеспечивают экономию, но и дают свободу выбора проектных решений, кроме того они являются надежным, безопасным и экологичным решением задач. Модульный принцип значительно облегчает проектирование, обеспечивает энергосбережение и снижение времени простоя. Все клапаны разработаны для работы при максимальном рабочем давлении величиной 52 бар и эффективной работы с аммиаком, CO2 и перспективными хладагентами высокого давления. Низкие массогабаритные показатели, блочный принцип построения и всего два сварных шва для подключения к холодильной системе позволяет значительно снизить трудозатраты и время инсталляции, гарантируя надежное, безопасное и экологически чистое решение – сегодня и в будущем.

УДК 66.067.1:621.72

ЗБІЛЬШЕННЯ РУШІЙНОЇ СИЛИ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ В КОЖУХОТРУБЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИКАХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РОЗПОДІЛЬНИХ ВСТАВОК

Луняка К.В., Клюєв О.І., Русанов С.А.,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон

З метою створення рівномірного руху теплоносія в усіх трубах трубного пучка кожухотрубчастого теплообмінника нами було запропоновано використання одночасно циліндричної і плоскої вставок [1]. При цьому отримуємо двоходовий теплообмінник, в одній частині якого теплоносії рухаються прямотечією, а в іншій – протитечією. У тій частині теплообмінника, де спостерігається прямотечійний рух теплоносіїв, при використанні двох названих вставок відбувається зміна характеру руху теплоносія: замість прямотечії маємо змішану течію – по одній частиніі поверхні теплообміну потоки проходять прямотечійно (рс. 1*а*), а по іншій – протитечійно (рис. 1*б*).



а *б*

Рис. 1. Зміна температур теплоносіїв: *а* – при прямотечії; *б* – при змішаній течії теплоносія.

Задача про розподіл температур теплоносіїв у багатоходових теплообмінних апаратах за умови припущення сталого температурного режиму і сталості коефіцієнта теплопередачі та теплоємностей середовищ була вирішена в роботі [2]. Використовуючи даний підхід, ми провели розрахунки температур теплоносія на виході з апарату при прямотечійному і змішаному русі теплоносіїв.

При цьому були отримані дані для побудови графіку залежності $t''_{2n} = f(t'_1)$ і $t''_2 = f(t'_1)$ – табл. 1.

Таблиця 1

Дані для побудови графіку залежності $t''_{2n} = f(t'_1)$ і $t''_2 = f(t'_1)$

$t'_1, {}^0C$	80	90	100	110	120
$t''_{2n}, {}^0C$	53,1	58,6	64,1	69,6	75,1
$t''_2, {}^0C$	45,8	50,1	54,4	58,7	63
$t_2, {}^0C$	39,2	42,4	45,6	48,8	52

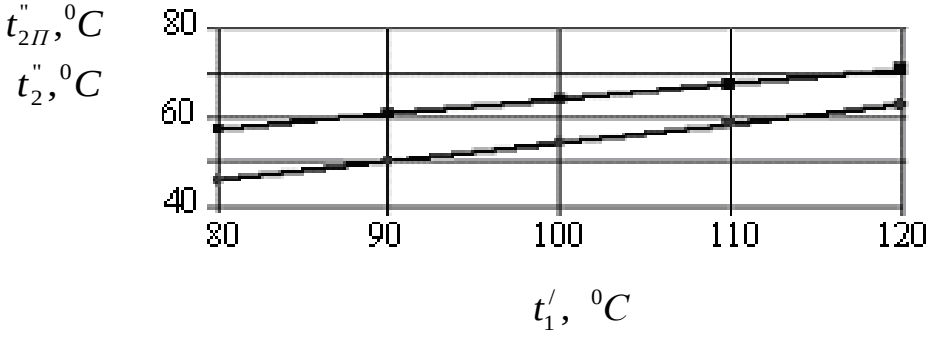


Рис. 2. Графік залежності $t''_{2n} = f(t'_1)$ і $t''_2 = f(t'_1)$. Верхня лінія – для змішаної течії, нижня – для прямотечії.

Таким чином, при змішаній течії теплоносія, яку забезпечує використання одночасно циліндричної і плоскої вставок, отримуємо на виході температуру на 10^0 вищу, ніж при прямотечії, що обіцяє значні економічні вигоди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Луняка К.В., Клюєв О.І., Глухов Г.М., Кривенко С.В. Теплообмінний апарат. Деклараційний патент на корисну модель. №14364, МПК F28D3/00; Заявлено 11.11.2005; Опубл. 15.05.2006. Бюл. №5.-3 с.

2. Математическое моделирование и системный анализ теплообменного оборудования. Материалы всесоюзного совещания. - Киев. Наукова думка, 1978. - 354 с.

УДК 66.067.1:621.72

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕОДНОРІДНОСТІ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ РУХУ ТЕПЛОНОСІЯ В ТРУБАХ КОЖУХОТРУБЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННИКА НА ВІДКЛАДЕННЯ ОСАДІВ НА СТІНКАХ ТРУБ

Луняка К.В., Клюєв О.І., Русанов С.А.,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон

Раніше нами було показано, що швидкість руху теплоносія в трубах кожухотрубчастого теплообмінника неоднакова – вона має максимальні значення у трубах, розташованих поблизу осі апарату, і мінімальні – у трубах, близьких до периферійної частини теплообмінника (рис. 1). Внаслідок цього коефіцієнти тепловіддачі для рідини, що тече у периферійних трубах, низькі, а це призводить до перегріву цих труб і виходу їх з ладу [1].

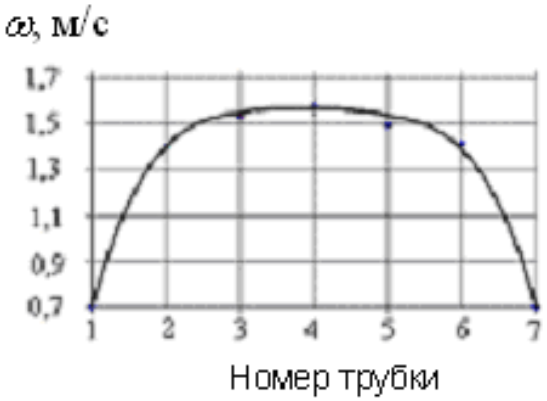


Рис. 1. Профіль швидкості теплоносія в трубах діаметрального ряду теплообмінника.

Одночасно луд чекати, що на периферійних трубах буде відкладатись більше осадів, ніж на центральних. Тому нами досліджувалось відкладення осаду на стінках труб діаметрального ряду теплообмінника. Візуально було відмічено, що на трубах периферійного ряду відкладається осад сполук заліза (Fe^{3+}). Для отримання кількісних даних по відкладенню осаду на стінках труби були демонтовані, промиті 5%-ним розчином соляної кислоти, до отриманого розчину хлориду заліза додали 0,5%-ний розчин роданіду амонію [2] і для одержаних яскраво-червоних розчинів були визначені оптичні густини (*D*) на фотоелектроколориметрі ФЕК-М [3]. Наведені в табл. 1 величини оптичних густин приведені до однакового розведення початкового розчину і до товщини кювети 0,010 м.

Таблиця 1 Результати фотометричного визначення вмісту іонів Fe^{3+} у розчинах, отриманих промиванням труб теплообмінника

№ трубки	1	2	3	4	5	6	7
D	0,75	0,22	0,05	0,02	0,04	0,19	0,71
Маса $Fe(OH)_3$, г	0,0120	0,0035	0,00010	0,00013	0,00026	0,0030	0,0114

На рис. 2 представлена залежність маси відкладень $Fe(OH)_3$ від положення трубки у решітці. При порівнянні даного рисунку з рис. 1 можна зробити висновок, що кількість відкладень на стінках труб залежить від швидкості руху рідини – із зменшенням швидкості товщина шару осаду зростає. Цим можна додатково пояснити факт виходу з ладу трубок, що розташовані на периферії трубної решітки – з відкладенням шару осаду зменшується теплопередача саме в бокових трубах, що призводить до їхнього руйнування внаслідок дії високої температури з боку рідини (пари) – нагрівача.

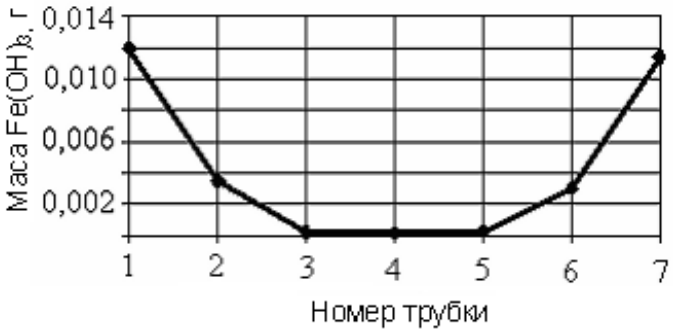


Рис. 2. Вплив положення трубки на масу відкладень на її стінці гідроксиду заліза (III).

ЛІТЕРАТУРА

1. Клюєв О.І., Луняка К.В. Дослідження руху рідини в трубах теплообмінника // Проблеми економії енергії. МНПКПЕЕ.–Львів.- 2003.-С.222-227.

2. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ.- М.: Химия. 1970. – 472 с.

3. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. – М.: Химия. 1970. – 472 с.

УДК 66.01: 66.011

ВІБРОРЕОЛОГІЧНІ ЗАДАЧІ В ДИНАМІЦІ РУХУ ШАРІВ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Русанов С.А., Луняка К.В.,
Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Херсон

В докладі представлено формулювання задач віброреології. Наведено рівняння динаміки віброкиплячого шару сипкого середовища.

The report provides formulation of the vibroreology tasks. Dynamics equations of the dry materials vibro-boiling layer are presented.

***Ключові слова**: віброреологія, віброкиплячий шар, дисперсні матеріали.*
***Keywords**: vibroreology, vibro-boiling layer, dry materials.*

Відомо, що під впливом вібрації властивості складних механічних систем (неоднорідних тіл, сипких тіл, бетонних сумішей, полімерів, суспензій) можуть різко (біфуркаційно) змінюватись. За пропозицією П.А. Ребіндера розділ механіки, що вивчає відповідні явища й нові характерні властивості систем під впливом вібрації, називають віброреологією [1]. У віброреології розглядають реологічні властивості тіл саме стосовно до так званих повільних (осереднених за період коливань) впливів, у той час як дійсні фізичні властивості залишаються незмінними. Характерною рисою віброреологічних констант (модулів пружності, коефіцієнтів тертя, в'язкості тощо) є їх істотна залежність від характеру вібрації. В таких випадках часто говорять про уявну зміну фізичних або механічних властивостей під дією вібрацій, хоча саме ці уявні властивості становлять практичний інтерес.

Кількісний опис залежності реологічних параметрів оброблюваного вібромашинами середовища від параметрів вібраційного фону становить так звану першу задачу віброреології [2]. Розв'язок цієї задачі повною мірою дотепер не знайдено, що зв'язане не просто зі складністю зазначеної задачі, але, зокрема, і з нерозв'язаністю підзадач, які є етапами розв'язку. Серед таких виділяються задачі по опису зв'язків між реологічними параметрами середовища й амплітудно-частотною характеристикою вібромашини, складання та розв'язок диференціальних рівнянь відносного руху складових середовища, вибір необхідних і достатніх умов виникнення відносного руху середовища, опис загального руху середовища під дією вібраційного впливу. Окремим завданням висувається задача математичного опису хоча б ламінарних стійких стаціонарних течій дисперсних структур. Це формує другу задачу віброреології. Вибір оптимального режиму роботи вібромашини – становить третю задачу. Нажаль, на сьогодні немає замкнутих систем диференціальних рівнянь з гладкою структурою осереднених параметрів (на кшталт рівнянь Рейнольдса в теорії турбулентності), які б в достатній мірі описували поведінку шарів дисперсних матеріалів під дією вібрації. Далі представлена система рівнянь, що описує динаміку двофазного середовища газ – тверді частинки в достатньо широкому діапазоні вхідних параметрів. На відміну від моделей типу рейнольдсівських, структура параметрів матеріалу в них не є гладкою та залежіть від контрольних розривних функцій. З іншого боку сучасні чисельні алгоритми дозволяють провести розв'язок системи для значної кількості практичних задач.

Віброреологічна модель сипкого середовища, що наводиться, є граничним випадком моделі двофазного середовища газ – тверді частки. За рахунок характерних властивостей віброшару задачу було зведено до моделі напружено-деформованого стану суцільного середовища з особливою реологією. В умовах підведеної зовнішньої вібрації в сипкому середовищі поширюються нелінійні хвилі деформації з періодичними змінами ущільненого й розпушеного станів.

Загальна система рівнянь, що описує гідродинаміку процесу віброкипіння шарів дисперсних середовищ включає в себе рівняння збереження маси для кожної фази та об'єднане рівняння руху, та в цілому представляється у вигляді:

$$\begin{aligned}
&\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{so}(\mathbf{r})}{1+\operatorname{div}\mathbf{u}};\\
&\frac{\partial \rho_g}{\partial t} = \frac{\operatorname{div}[\rho_g(1-\varepsilon_s)k\cdot\operatorname{grad} p]}{(1-\varepsilon_s)\mu} - \frac{\rho_g}{1-\varepsilon_s}\frac{\partial \operatorname{div}\mathbf{u}}{\partial t} - \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t}\cdot\operatorname{grad}\rho_g;\\
&\rho_s\varepsilon_s\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\varepsilon_s\operatorname{grad} p + \operatorname{Div}\tau_s + \rho_s\varepsilon_s g + R,
\end{aligned} \qquad (1)$$

де ε_s – об'ємна концентрація твердих частинок; $\varepsilon_{so}(\mathbf{r})$ – початковий розподіл об'ємної концентрації твердої фази по області Ω, що зайнята віброкиплячим шаром; $\mathbf{u}$ – вектор переміщення центра тяжіння системи частинок, що знаходяться всередині елементарного фізичного об'єму dV з радіус-вектором $\mathbf{r}$, виділеного в області Ω, м; ρ_g – густина газової фази, кг/м^3; k – проникність шару, м^2; μ – динамічна в'язкість газу, Па·с; t –

час, с; ρ_s – об'ємна маса матеріалу твердих частинок, кг/м^3; p – тиск, Па; $\boldsymbol{\tau}_s$ – тензор напруг, які виникають при взаємодії частинок (в загальному випадку представляється розривною функцією), Па; **g** – вектор прискорення вільного падіння, м/с^2; **R** – вектор взаємодії між частинками і газом, Н/м^3; Div – оператор тензорної дивергенції.

Початкові й граничні умови для системи (1) задаються як для звичайної задачі по дослідженню напружено-деформованого стану суцільного середовища. Задаються закони руху несучих поверхонь (наприклад, вібруюча поверхня), швидкість газу (можлива продувка газу через шар), або тиск на відкритих поверхнях.

Шляхом наступного осереднення руху нами були отримані реологічні характеристики ламінарного стійкого плину дисперсного шару по вібруючій поверхні (друга задача віброреології) [3]. Там же вперше було показано, що течія віброкиплячого шару відповідає течії псевдопластичних рідин. На основі вказаної системи (1) для її двовимірного варіанту було розроблено систему автоматизованого моделювання гідродинаміки віброкиплячих шарів «Виброслой» [4] з поточною версією 1.04. Система була успішно застосована при прогнозуванні динаміки шару сипкого матеріалу в процесі виробництва бетону й розчинів, при створенні нового обладнання для теплообміну в системах сипкий матеріал – рідина [5], для вакуумної металізації порошкових матеріалів у віброкиплячому шарі [6].

Література:

1. Вибрации в технике. Справочник: В 6 т. – М.: Машиностроение, 1981. - Т.2. – 509 с.
2. **Овчинников П.Ф.** Виброреология. – Киев.: Наукова думка, 1983. – 272 с.
3. **S. A. Rusanov, K. V. Lunyaka, G. V. Nikitenko.** Vibrorheological model of the vibrofluidized bed of dry substances // JOURNAL OF ENGINEERING PHYSICS AND THERMOPHYSICS, Volume 85, № 6 (2012), P. 1183–1188.
4. Система автоматизованого моделювання гідродинаміки віброкиплячих шарів "Виброслой 1.0". Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №25051. / **С.А.Русанов**. – №24961: Заявл. 14.04.2008; Опубл. 24.07.2008.
5. Пат. № 56602 Україна, МПК F28D 7/10. ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ СИСТЕМИ СИПКИЙ МАТЕРІАЛ-РІДИНА/ **Русанов С.А., Луняка К.В., Клюєв О.І., Ардашев В.О.** - № u201006513; Заявлено 25.01.2011; Надрук. 25.01.2011; Бюл. №19; 2011 р.
6. **Селиверстов И.А., Русанов С.А., Смирнов И.В.** Анализ процесса вакуумной металлизации порошковых материалов в виброкипящем слое//Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут. Серія Машинобудування», № 57, 2009 р. с. 116-123.

УДК 621.433:621.57

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРО- ТЕПЛО- И ХОЛОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Грич А.В., к.т.н., ассистент кафедры кондиционирования и рефрижерации,
НУК им. адм. Макарова, г. Николаев

В установках автономного электро- тепло- и холодообеспечения в качестве приводных двигателей электрогенераторов широко применяются газовые двигатели (ГД). Топливная экономичность ГД зависит от температуры воздуха на входе их турбокомпрессоров (ТК) и снижается с ее ростом. Поскольку двигатели забирают воздух из машинного отделения (МО), где они расположены, то в теплое время температура воздуха в МО должна поддерживаться как можно более низкой. Обычно это осуществляется вентиляцией МО (без охлаждения) или охлаждением приточного воздуха МО, как например в случае когенерационных модулей газовых двигателей (ГД) установок автономного энергообеспечения. Двигатели в когенерационном исполнении (когенерационные модули) оборудованы штатными навешенными на них теплообменниками для получения горячей воды за счет теплоты выпускных газов, наддувочной газовоздушной смеси (ГВС), охлаждающей воды рубашки двигателя и масла. Эти теплообменники являются источниками дополнительных тепловыделений в МО.

В случае отвода теплоты МВ системой вентиляции одну половину приточного воздуха направляют в зону ТК двигателей, а вторую – в остальной объем МВ.

Поскольку тепловыделение от двигателей и теплопритоки в МО весьма значительные, то подача наружного воздуха отдельным воздуховодом непосредственно на всасывание ТК обеспечивала бы более низкую температуру воздуха $t_{нв}$ на входе ТК, чем при его подаче в объем МО, а оттуда – в ТК. Таким образом,

система кондиционирования приточного воздуха МО должна выполнять функцию воздухоснабжения ГД с соответствующей тепловлажностной обработкой их циклового воздуха, которая обеспечивает высокую топливную эффективность двигателей.

Влияние температуры наружного воздуха $t_{нв}$ на работу ГД проявляется двояко. Во-первых, повышение температуры наружного воздуха $t_{нв}$, следовательно, и воздуха в МО на входе ТК двигателей, $t_{вх} = t_{МО}$, приводит к росту работы сжатия ТК и сокращению его производительности из-за снижения плотности всасываемого воздуха с соответствующим уменьшением мощности и эффективного КПД, увеличением удельного расхода топлива b_e двигателя. При этом возрастает температура нагнетания и, соответственно, тепловая нагрузка на низкотемпературную ступень охладителя наддувочной ГВС, от которой теплота отводится промежуточным водяным контуром системы охлаждения с радиатором (градирней сухого типа).

Одним из способов повышения топливной эффективности ГД является предварительное охлаждение воздуха на входе в турбокомпрессор ГД. Это позволяет также снизить нагрузку на систему охлаждения наддувочного воздуха и, следовательно, сократить работу двигателя на режимах частичных нагрузок, переход на которые вызывается, в частности, высокой температурой наддувочного воздуха на входе в рабочие цилиндры. На рис. 1 представлены графики сравнения эффективности охлаждения воздуха на входе ТК ГД при разной глубине снижения температуры воздуха (при разной температуре хладоносителя) в охладителях приточного воздуха и соответствующей экономии топлива на протяжении суток.

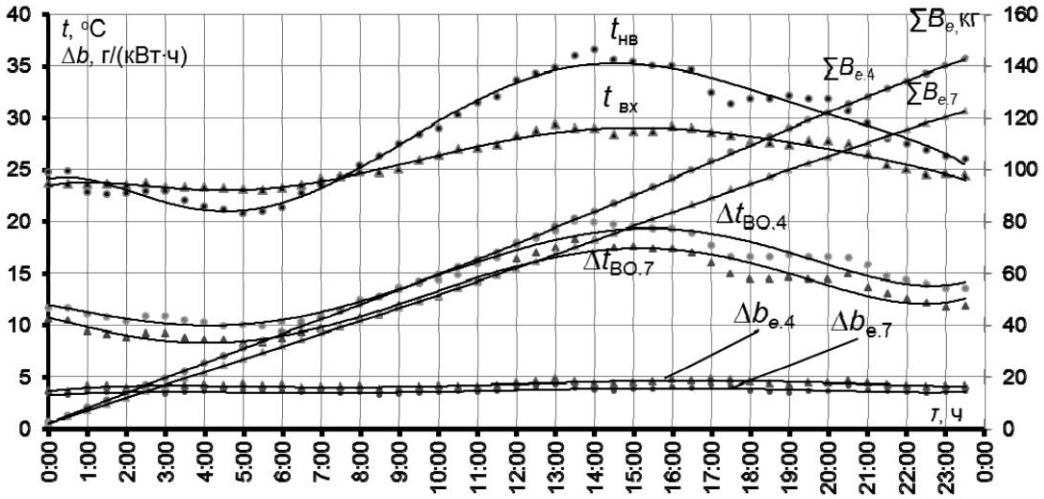


Рис. 1. Изменение удельного расхода Δb_e на протяжении суток: $\Delta b_{e.7}$ – при температуре хладоносителя 7°С, $\Delta b_{e.4}$ – при температуре хладоносителя 4°С; Изменение суточной экономии топлива $\sum B_{e.7}$ – при температуре хладоносителя 7°С, $\sum B_{e.4}$– при температуре хладоносителя 4°С; $\Delta t_{ВО.7}$ – при температуре хладоносителя 7°С, $\Delta t_{ВО.4}$ – при температуре хладоносителя 4°С

Как видно из графиков, наиболее эффективным является способ двухступенчатого охлаждения приточного воздуха, который позволяет получить более глубокое охлаждение $\Delta t_{ВО.4}$=13…18 °С, за счет чего сократить удельный расход на $\Delta b_{e.4}$ =4…5 г/(кВт·ч) по сравнению с стандартными схемами охлаждения воздуха МО, обеспечивая при этом экономию до 200 кг газа в сутки.

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: HTRSE–2014. – Szczecin, Poland. – 2014. – P.348–341.

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

ДВУХПОТОЧНАЯ СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ С РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫМ КОНТУРОМ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРО-, ТЕПЛО- И ХОЛОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Остапенко А. В., ассистент кафедры кондиционирования и рефрижерации,
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

Решение задачи повышения эффективности трансформации теплоты газовых двигателей (ГД) в холод рассмотрено на примере установки автономного электро-, тепло- и холодообеспечения завода ООО "Сандора"–"Pepsico Ukraine" (г. Николаев, Украина). Тригенерационная установка включает 2 когенерационных газовых двигателя JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт). Теплота горячей воды трансформируется абсорбционной бромистолитиевой холодильной машиной (АБХМ) AR-D500L2 Century в холод, который расходуется на технологические нужды и для работы центральных кондиционеров, обеспечивающих охлаждение воздуха в машинном отделении.

При температуре обратного теплоносителя - охлажденной воды на выходе из АБХМ, например $t_{обр}$ = 75…80°С, т.е. выше ее спецификационного значения $t_{обр.сп}$ = 70°С на входе в теплообменники ГД, обеспечивающего оптимальное тепловое состояние ГД, обратная вода дополнительно охлаждается в охладителе обратного теплоносителя (ОТН) с отводом избыточной теплоты в атмосферу градирней 2. Возвращать избыточную теплоту в АБХМ нецелесообразно из-за ее пониженного температурного уровня, $t_{обр}$ = 75…80°С, по сравнению с спецификационной температурой горячего теплоносителя на входе АБХМ: $t_{г.сп}$ = 90…95°С, поскольку понижение температуры горячего теплоносителя на входе АБХМ вызывает ухудшение эффективности трансформации тепла в холод.

При этом потери теплоты, т.е. теплота, отведенная от обратного теплоносителя после АБХМ в атмосферу градирней 2 аварийного выброса, из-за нецелесообразности его подачи в ГД с температурой $t_г$ выше 70 °С весьма значительные и составляют примерно 30 % общего количества полученного тепла, что свидетельствует о наличии резервов совершенствования системы трансформации сбросной теплоты ГД в холод путем сокращения этих потерь.

Для решения поставленной задачи было предложено использовать двухпоточную систему утилизации сбросной теплоты ГД с дополнительным рецируляционным контуром, схема которой представлена на рис.1.

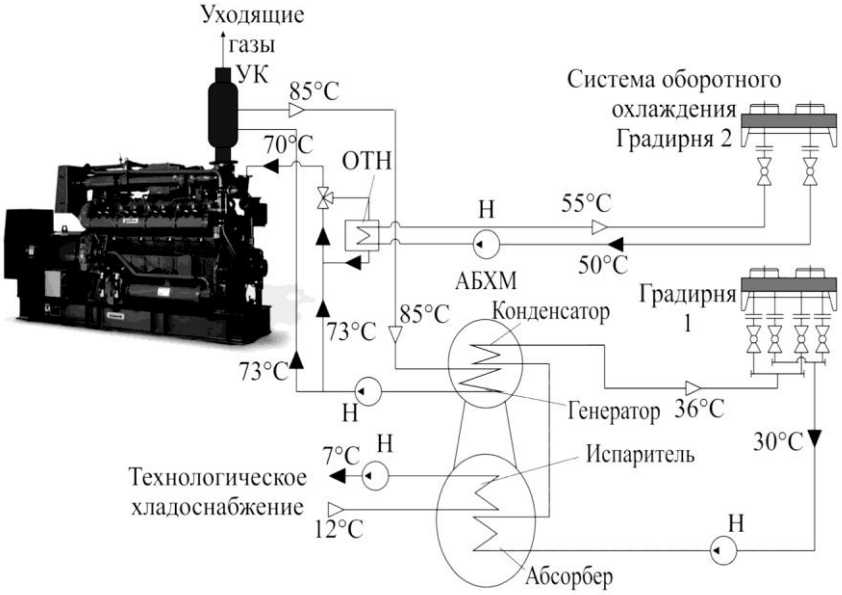


Рис. 1. Схема системы одноступенчатой трансформации сбросной теплоты усовершенствованного когенерационного модуля ГД JMS 420 GS с подводом к ГД обратного теплоносителя двумя потоками с разными температурами: УК – утилизационный котел; ОТН – охладитель обратного теплоносителя; Н – насос; градирня 2 – аварийного сброса тепла

Принцип такого решения состоит в том, что теплоноситель после АБХМ разделяют на два потока, один из которых (с базовым расходом G=123,8 м^3/ч) направляют в охладитель обратного теплоносителя (ОТН), где от него отводят теплоту в контур градирни аварийного сброса и сбрасывают в атмосферу, после чего охлажденный теплоноситель подают на охлаждение узлов ГПД, как и в существующем варианте, второй же

поток неохлажденного обратного теплоносителя с дополнительным расходом, составляющим 0,5*G*=61,9 м^3/ч, направляют в обход ветки аварийного сброса, а также теплообменников охлаждения масла, рубашки ГПД, охладителя наддувочного воздуха и подают непосредственно в утилизационный водогрейный котел УК.

Значения температур теплоносителя в предложенной двухпоточной системе утилизации в зависимости от суммарного его расхода G (включая дополнительный расход во втором потоке) приведены на рис. 2.

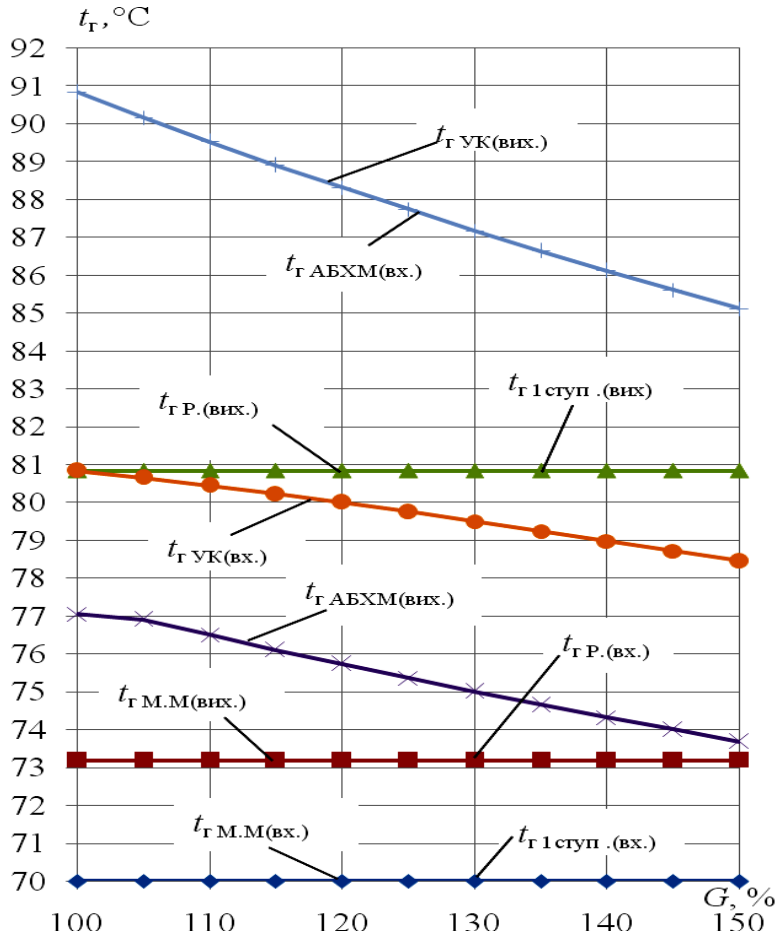


Рис. 2. Значения температур теплоносителя: $t_{г\ М.М(вх.)}$, $t_{г\ М.М(вих.)}$ – на входе и выходе охладителя машинного масла ГД; $t_{г\ 1ступ\ .(вх.)}$, $t_{г\ 1ступ\ .(вих)}$ – на входе и выходе 1-й ступени охладителя наддувочного воздуха; $t_{г\ Р.(вх.)}$, $t_{г\ Р.(вих.)}$ – на входе и выходе охладителя рубашки ГД; $t_{г\ УК(вх.)}$, $t_{г\ УК(вих.)}$ – на входе и выходе УК ГД; на входе, $t_{г\ АБХМ(вх.)}$, и выходе, $t_{г\ АБХМ(вих.)}$, из АБХМ в зависимости от суммарного его расхода G (включая дополнительный расход во втором потоке) для двухпоточной системы утилизации с дополнительным расходом во втором потоке

Выводы: Предложенная схема дает возможность снизить температуру обратного теплоносителя, тем самым и потери тепла в системе. При этом ухудшается эффективность АБХМ, а именно тепловой коэффициент АБХМ, который снижается на 6% в сравнении с базовым, но появляется возможность трансформировать в холод половину от обычно сбрасываемого тепла от когенерационного двигателя, что повышает эффективность (тепловой коэффициент) всей системы утилизации с 0,55 до 0,7. При этом холодопроизводительность тригенерационной установки такой схемы увеличивается на 18% по сравнению с базовой.

Литература. 1. Economic utilization of Biomass and Municipal Waste for power generation. Some energy lasts for generations. – GE Jenbacher Company Overview. – June 13, 2007. – 39 p. 2. Elsenbruch T. Jenbacher gas engines a variety of efficient applications / T. Elsenbruch [статья]. – Bucureşti, October 28, 2010. – 73 p.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

Рижков С.С. *Наукова та освітня діяльність університету у 2017 році* 13

Козир Б. Ю. *Водний транспорт України в інтеграційних процесах* 15

Егоров Г. В., Егоров А. Г. *Обзор технического состояния классических судов смешанного река-море плавания, а также перспективы его использования на ближайшую перспективу* 17

Бурковец С.В. *О кконцепции возрождения судостроения в Украине* 19

Харитонов Ю.М. *Стратегія розвитку морських портів України: проекти розвитку* 20

Рижков О. С. , Рижков Р. С. *Онлайн платформа для управління спільними програмами навчання з іноземними партнерами за напрямком «суднобудування»* 22

Некрасов В.А. *Метод определения стоимости и сроков проектирования и постройки кораблей и судов* 24

Некрасов В.А., Бондаренко А.В., Ястреба А.П. *Исследовательское проектирование эскортных буксиров* 30

Коростильов Л.І., Литвиненко Д.Ю. *Удосконалення експериментально-теоретичного методу розрахунку втомної міцності суднокорпусних конструкцій* 37

Некрасов В.А., Бондаренко А.В. *Охрана морского пограничного пространства на основе использования современных средств наблюдения и нейтрализации* 39

Хачатуров Е.Б. *Сучасний стан вітчизняного суднобудування: тенденції розвитку та дміністративно-правові чиники* 44

Блінцов В.С., Бабкін Г.В., Блінцов О.В., Буруніна Ж.Ю., Куценко П.С*. Сучасні завдання проектування та застосування засобів морської робототехніки* 46

Попов А.П Савенков О.И. *Разработка инновационных высокоэффективных зубчатых передач судовых агрегатов* 48

Рижков С.С. *Сепараційні градієнтні аерозольні технології в енергетичних установках* 50

Секція № 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Ігнатенко С.В., Коновалова Г.В., *Проектування перебірочних уплотнювачів для суднових електротрас при модульному формуванні приміщень* 57

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Ігнатенко С.В., Коновалова Г.В. *Конструктивно-технологічні особливості модульного формування приміщень на несамохідних плавучих спорудах* 60

Смоляний Є.С., Кротко І.В., Свиридов В.І*. Вимір та аналіз вібраційних показників робочого обладнання* 61

Поліщук В. А., Вижул Н. В., Григорович М. В. *Дослідження динаміки універсально-складаних верстатних пристосувань* 62

Маломан В.Ф., Коннов В.М., Клебанов Г.П., Щедролосєв О.В., Кириченко К.В., Воробйов О.С *Впровадження у виробництво нових модифікованих суднобудівних бетонів при будівництві композитних доків та інших плавучих споруд* 63

Коршиков Р.Ю., Коршиков Ю.С., Бугайчук В.В. *Використання еластомірних пружних елементів в докових опорних пристроях* 65

Яглицкий Ю. К., Бичуев В. И. *Разработка функциональных моделей процессов стапельного производства верфи* 69

Яглицкий Ю.К., Гончарова Д.Н. *Использование процессного подхода при формировании системы подготовки судоремонтного производства* 71

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

Егоров Г. В., Колесник Д. В., Осадчий Е. А. *Реализация концепции создания экологических судов смешанного плавания и паромов нового поколения* 73

Егоров Г. В., Тонюк В. И., Ворона О. А., Бутенко Н.Ф *Особенности создания уникального комбинированного судна смешанного плавания, позволяющего обеспечить загрузку в обе стороны разнородными грузами* 75

Егоров Г. В., Егоров А. Г. *Анализ применимости разработанных современных концептов речных пассажирских и грузопассажирских судов для линейных перевозок* 76

Егорова О. Г. *Создание новых речных несамоходных судов для дунайского региона с учетом опыта эксплуатации существующих* 77

Егоров Г. В., Нильва А. Е., Колесник Д.В. *Реализация на практике требований международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими* 78

Блінцов В.С., Буруніна Ж.Ю., Соколов В.В. *Сучасні завдання створення і застосування безекіпажних морських систем для азово-чорноморського басейну* 79

Печенюк А. В. *Определение гидродинамических характеристик винто-рулевой колонки с помощью численного моделирования* 81

Гринчак С.О. *Удосконалення проектування суднових отворів з використанням струминних водогазових ежекторів* 83

Клочков О.П. *Прив'язний підводний апарат як об'єктсистемного підходу у проектуванні* 85

Некрасов В.А. *К дискуссии, инициированной Соломенцевым О.И.* 87

Урсолов А. И., Некрасов В. А. *О влиянии деформации корпусных конструкций судна на работу подшипников валопровода во время эксплуатации на волнении* 91

Урсолов А. И., Сердюченко А. Н. Батрак Ю. А. *Эластогидродинамическая модель дейдвудного подшипника в расчётах изгиба валопровода* 93

Зайцев В.В., Зайцев Д.В., Зайцев Вал.В., Веляев Е.В. *Проект современного быстроходного патрульного катера «Interceptor»* 94

Гук М. Н. *Особенности проектных элементов судов для установки ветровых турбин* 97

Bondarenko A., Sotsenko V. *Determination of a required manometric pressure in a pump-pipeline system* 98

Кондратьєва Л.Ю. *Оптимізація корабля берегової охорони згідно сучасних вимог до морехідності* 99

Астахова А.О. *Определение гидродинамических и аэродинамических сил и моментов крейсерско-гоночной яхты* 103

Знова Ю.А. Ястреба А.П. *Применение существующих методов прогнозирования сопротивления движению яхт в применении к парусной яхте нового поколения* 106

Сливницин В. Р. *Модели управления проектами изготовления и использования специальных материалов для подводной техники и подводных работ* 107

Тынянский Н.И. *Применение математического апарата при моделировании состава корабельной группы в условиях действия ПВО-ПРО противника* 109

Саустіян Я. П. *Постановка задачі визначення головних елементів безекіпажних надводних катерів* 111

Коростильов Л.І., Литвиненко Д.Ю., Морозан С.М. *Комп'ютерна програма розв'язку задач втомної міцності суднокорпусних вузлів* 112

Бурдун Е.Т., Кочанов В.Ю., Юреско Т.А., Мавродій Т.В. *Розробка нетоксичних вогнестійких покриттів для захисту суднових конструкцій при пожежі в замкненому просторі* 114

Гейко С.П., Копийка С.В., Соломонюк Н.С. *Влияние пористости газонаполненного материала на модуль упругости* 115

Приставш С.Ф., Бурдун Є.Т. *Напружено-деформований стан міцного корпусу підводного апарату в формі тору виготовленого із ПКМ* 117

Грабенко А. А., Коробанов Ю. М.,. Кузнецов А. І. *Определение коэффициентов, характеризующих напряженное состояние прерывистых связей судового корпуса* 118

Коробанов Ю.Н., Петухов В.С., Грабенко А.В. *Аспирационные установки при перегрузке зерна* 120

Соков В.М. *Відмінності між теоретично змодельованою та реальною роботою деяких тонкостінних конструкцій* 124

Ткаченко Ю.М. *Вплив параметрів розкрою оболонки гнучкої огорожі на судна на повітряній подушці на її деформацію* 125

Секція 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ У СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Дубовий О.М., Карпеченко А. А., Бобров М. М., Макруха Т.О., Неделько Ю.Є. *Формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури у металах і сплавах та напилених покриттях: стан, перспективи застосування* 127

Казимиренко Ю. О., Лебедєва Н. Ю., Карпеченко А.А., МакрухаТ.О., Рудаков П.В. *Структуроутворення електродугових покриттів, наповнених алюмосилікатними мікросферами* 130

Dubovyi O.M., Karpechenko A.A., Bobrov M.M., Nedel'ko Yu. Ye. *Possibility of thermal stabilization of a stable crushed poligonization substructure of sprayed coatings by surface plastic deformation* 132

Казимиренко Ю.О., Нагаєв В.О. *Дослідження можливостей застосування порошкової металургії для одержання композицій на основі червоного шламу* 133

Карпеченко А. А., Бобров М. М., Лабарткава О. В. *Визначення міцності зчеплення напилених та оброблених покриттів з основою* 135

Казимиренко Ю. О. *Вплив температурних факторів на структурний стан дисперсних скляних наповнювачів систем Na_2O-CaO-SiO_2, K_2O-PbO-SiO_2.* 137

Дубовий О. М., Карпеченко А. А., Бобров М. М., Неделько Ю. Є, Макруха Т. О. *Формування наноструктурних елементів у електродуговому покритті із сталі 65Г* 139

Адамчук Ю. О *.Установка для нанесения углеродных наноструктурированных покрытий на конструкционные материалы* 141

Шкурат С. И. *Разработка протекторной защиты алюминиевого корпуса малых суден на примере катера «ЛИМБ»* 143

Мочалов О.О., Коваль С.С., Євфимко К.Д. *Доліджения мікроструктурних параметрів сучасних матеріалів за допомогою метода структурних одиниць* 145

Мочалов А. А., Шаповал Н. А., Ткаченко Т. А., Бойко Е. П. *Корреляция квазичастиц в энергетических расчетах* 147

Мочалов О.О., Ушкац М.В., Ушкац С.Ю. *Зв'язок параметрів міжмолекулярної взаємодії з фізичними властивостями матеріалів* 149

Уваров В. А., Авдюнін Р.Ю., Григорьєв В.В. *Стенд для випробування паливної апаратури* 150

Kvasnitskyy V.F., Matvienko M.V., Ivanova A.G. *Computer modeling of stress-strain state at diffusion welding* 152

Kvasnitskyy V.V, Kvasnitskyy V.F. *The modification and alloying of surfaces by effect of high-concentration energy surces and their influence on the properties of metals* 153

Квасницький В.Ф., Кушнір В.О. *Дослідження активації поверхні жароміцних нікелевих сплавів при диффузійному зварюванні і паянні у вакуумі* 153

Квасницкий В.Ф., Квасницкий В.В.Бугаенко Б.В., Литвиненко Д.С. *Соединение материалов в твердом состоянии с применением расплавляющихся промежуточных прослоек* 154

Драган С. В., Симутенков И. В.,Лебедев В. А. *Горелка для дуговой сварки в среде защитных газов с механическими колебаниями электродной проволоки*.....155

Lebedev V.A. *Automatic arc for deep underwater welding wet process in the conditions of a rigid space is limited* 156

Лебедев В. А., Жук Г.В., Драган С.В. *Полуавтоматическая сварка стыковых швов листовых конструкций с применением дозированной подачи электродной проволоки* 159

Лебедев В. А. *Разработка методов снижения степени разбрызгивания металла при наплавке в среде углекислого газа с поперечными колебаниями сварочной ванны*.....160

Самохин М.С. *Особенности ремонта отливок жаропрочных никелевых сплавов сваркой и наплавкой*.....162

A. Kostin, V. Martunenko *KMKhS wear –resistant alloy adhesive activity research* 163

A.Labartkava.,M.Matviienko.,Li Ruifeng, Qi Kai *Research of laser radiation strength impact on deformation during laser welding of t-joints* 165

Matviienko M.V.,Ivanova A.G. *Formation of the stress-straine state at diffusion welding and brazing of materials with different physical and mechanical properties* 166

Matviienko M.V.Ivanova A.G., Labartkava A.V . *Diffusion welding and brazing with pressure of metals with ceramics with controlled stress-strain state* 167

Секція **№ 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ**

Сербин С.И., Козловский А.В. *Влияние плазмохимических продуктов на устойчивость процессов в низкоэмиссионной камере сгорания ГТД*.....169

Горбов В. М., Соломонюк Д. М . *Поліпшення масових показників регенеративних газотурбінних установок*.....170

Чередниченко А.К. *Применение методологии системной динамики при моделировании процессов в перспективных энергетических установках газовозов* 171

Горбов В.М., Мітєнкова В.С. *Аналіз варіантів розміщення систем очищення баласту на борту танкерів* 172

Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю., Познанський А.С. *Експериментальне визначення показників процесу конверсії паливного етанолу в енергетичній установці на базі двигуна ТЕ 200*.....174

Шостак В. П., Кисарова А. И. *Имитационная математическая модель для рациональной адаптации малооборотного двигателя судна с кайтом*.....176

Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю., Познанський А.С. *Деякі результати експериментальних випробувань двигуна ТЕ 200 з термохімічною утилізацією теплоти відпрацьованих газів*.....178

Семенов М.М. Шаповалов Ю.О. *Дослідження теплоізоляційних матеріалів для суднобудування*.....179

Шалапко Д.О., Пирисунько М.А., Гончаров В.Г., Галіченко С.А. *Утилізація теплоти наддувного повітря мод за допомогою низькотемпературного двигуна Стирлінга* 181

Лисун А. С., Ратушняк Л. П., Ратушняк І. О. *Лазерне сканування у проектах модернізації суден* 182

Кісєтов Ю. В., Ратушняк І. О. *Вплив курсу національної валюти на вартість ремонту та технічного обслуговування суднового устаткування*.....183

Ткач М. Р., Тимошевський Б. Г., Галинкін Ю. М. *Потужність енергетичної установки з малообертовим двигуном, що працює на метанолі, та металогідридною утилізаційною установкою* 185

Долганов Ю. А., Костик М. П., Кисельов В. А., Крамний І. В. *Визначення впливу іголчасто оребрених конвективних елементів на експлуатаційні показники суднової котельної установки* 186

Колбасенко О.В., Горячкін А.В., Димо Б.В. *Можливості створення комплексної системи підвищення екологічних, економічних показників та надійності СЕУ* 187

Коробко В.В. *Особливості термоакустичних систем використання низькотемпературних теплових ресурсів* 189

Кузнецов В.В., Язловецкий А.В., Кузнецов Г.В. *Оценка влияния профилирования поверхностей теплопередачи на их теплопередающие характеристики* 190

Кузнецова С.А. *Повышение эффективности работы дизельных двигателей работающих на водотопливных эмульсиях за счет испарительного охлаждения воздуха и утилизации воды* 191

Новошицкий А. В. *Установка для изготовления судовых тонкостенных гнутых профилей* 192

Патлайчук В.М., Нгуен Ву Лам *Дослідження ефективності теплоутилізуючих контурів двох та трьох тисків для газотурбінних установок суднового призначення* 194

Патлайчук В.М., Чужинов В.К. *Використання осевідцентрових компресорів у складі газотурбінних двигунів суднових електростанцій* 195

Коробко В.В., Московко О.О. *Термоакустичні системи використання потенціалу кріогенних речовин в судновій енергетиці* 196

Горячкин В.Ю., Корниенко В.С. *Эффектиность энергосбережения при сжигании сернистых водотопливных эмульсий* 198

***Секція* № 5. ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ**

Радченко М.І. , Радченко А.М. , Радченко Р.М. *Інноваційні технології комбінованого виробництва енергії, тепла та холоду (тригенерація). Внутрішньоциклова тригенерація* 199

Радченко А.М. *Методологія термочасового потенціалу охолодження для аналізу ефективності внутрішньоциклової три генерації* 206

Козловський А.В., Коновалов А.В., Грич А.В., Остапенко О.В. *Підвищення паливної ефективності та екологічності газотурбінних і газопоршневих двигунів застосуванням плазмохімічних та термосорбційних технологій* 215

Безродний М.К., Притула Н.О., Цвєткова М.О. *Підвищення ефективності теплонасосної системи вентиляції* 221

Безродний М.К.,Притула Н.О., Осповський С. О. *Термодинамічна ефективність теплонасосної схеми опалення з використанням теплоти ґрунту та стічних вод* 223

Безродний М.К., Притула Н.О., Місюра Т.О. *Термодинамічна ефективність утилізації теплоти стічних вод у теплонасосній схемі опалення та вентиляції* 224

O. Ostapenko, O. Yakovleva, M. Khmelniuk. *Efficiency evaluation of domestic solar assisted ground-source heat pump system for southern ukrainian region* 226

Дорошенко А.В., Иванова Л.В. *Низкотемпературные испарительные водоохладители. Разработка и анализ возможностей* 228

Дорошенко А.В., Гарх Саед (Garh Saed) *Многофункциональные солнечные системы на основе двухступенчатой регенерации раствора абсорбента* 230

Гарасим Д. І., Лабай В. Й. *Дослідження ексергетичного ККД системи кондиціювання повітря операційних чистих кімнат залежно від коефіцієнта трансформації холодильної машини* 232

Кантор С.А. *Повышение эффективности предварительного охлаждения воздуха газотурбинных установок (в климатических условиях юга Украины)* 234

Портной Б.С., Приходченко И.А. *Теплоиспользующая система охлаждения воздуха на входе газотурбинных установок* 238

Прядко А.С. *Получение и использование конденсата с разной температурой в процессах охлаждения воздуха на входе ГТУ* 240

Горбов В.М.,. Мітєнкова В.С. *Оцінка економічної ефективності використання зрідженого природного газу на балкарах* 241

Бондаренко Н. С., Гоцуляк М. А. *Генерирование электроэнергии в процессе регазификации СПГ* 243

Радченко Н.И, Калиниченко И.В. *Теплонасосная эжекторная система охлаждения воздуха на входе главного двигателя транспортного судна* 245

Богданов Н.С. *Теплоиспользующее охлаждение наддувочного воздуха судового главного дизеля* 246

Коновалов Д.В., Кобалава Г.А. *Повышение эффективности газотурбинных установок применением аеротермопресора в контурах перерасширения* 248

Коновалов Д.В.,Джуринская А.А. *Термопрессорные технологии охлаждения для судовых ДВС* 254

Коновалов Д.В., Кобалава Г.О. *Застосування аеротермопресора для проміжного охолодження повітря в газотурбінних установках* 258

Коновалов Д.В., Джуринська А.О. *Розрахунок процесів в термопресорних апаратах для систем турбонаддуву суднових ДВЗ* 263

Коновалов Д.В., Кобалава Г.О., Котік Х.А. *Оцінка ефективності застосування перегрітої води в термопресорних апаратах для систем охолодження ДВЗ* 265

Джуринская А.А., Смоляной Е.С . *Применение термопрессора для снижения эмиссии оксидов азота в судовых ДВС* 270

Рамзи Камел Эл Герби *Трансформация сбросной теплоты регенеративных газотурбинных установок автономного энергообеспечения (в тропических условиях Ливии)* 271

Рами Камел Эл Герби *Охлаждение воздуха на входе газотурбинных установок термотрансформаторами в климатических условиях Ливии* 274

Арсеньєв В. М., Чех О. Ю., Прокопов М. Г. *Рідинно - паровий струменевий компресор, як елемент термотрансформаторної установки* 277

Калініченко І.В.,Сидорова В.І. *Аналіз можливості використання теплового насосу для теплопостачання навчально-адміністративної будівлі Херсонської філії НУК* 278

Лытош Е.В. *Обобщенные характеристики герметичных компрессорных агрегатов судового оборудования кондиционирования* 279

Калиниченко И.В. Сидорова В.В. *Анализ экономичности двухтактных малооборотных дизелей фирмы "MAN B&W" с электронным управлением рабочего процесса* 280

Демьяненко Ю. И., Гоголь Н.И. *Ппредварительное охлаждение вытяжного воздуха перед пластинчатым рекуператором* 282

***Секція* № 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ**

Рижков С. С., Мозговий А. М. *Поліпшення характеристик суднових енергетичних установок за показниками шуму* 283

Літвак С.М., Літвак О.А. *Формування системи природоохоронних заходів при перевалці зернових вантажів в морському порту* 284

Трохименко Г.Г. *Розробка нових технологій водопідготовки із застосуванням нових коагулянтів та інгібіторів накипоутворення* 285

Трохименко Г. Г., Ахмедова В.Р. *Аналіз можливості доочищення стічних вод пивзаводу «САН ІН БЕВ МИКОЛАЇВ» від нітратів за допомогою ЕМ-препаратів* 288

Тубальцева Н.П. *Аналіз мотивуючих чинників фахівців, які здійснюють інноваційну діяльність* 289

Ремешевська І. В., Гурець Н. В. *Дослідження впливу виробничої діяльності ТОВ «Порт Очаків» на складові навколишнього середовища* 290

Благодатний В.В., Лук'янов А.В. *Розробка раціональних засобів очищення повітря інструментального цеху ТОВ"Елеваторпромсервіс"* 291

Личко Б. М., Кулікова К. Д., Гіржев І. В. *Дослідження технологічних рішень забезпечення екологічної безпеки при експлуатації суднової енергетичної установки на ролкері Jolly Diamante* 292

Сухарева А.С., Трохименко Г. Г., Гомеля М. Д. *Електрохімічне розділення міді та нікелю в процесі іонообмінного очищення води* 293

Смірнова О.О., Трохименко Г.Г. *Дослідження процесу екстракції нафти з водних розчинів* 294

Гайша О.О., Горбов В.Ю. *Перспективи застосування водневого палива в системі паливних комірок на суднах морського флоту* 295

Гайша О.О., Кіліманов Б.О. *Автоматизація стехіометричних розрахунків процесу горіння суднового палива* 296

Благодатний В.В., Чокой А.Г. *Вибір екологічно ефективної установки для спалювання твердих та рідких відходів* 298

Літвак С.М., Паламарчук М.М. *Розробка проекту нульового еко-поселення* 298

Радионов А.В. *Системный анализ техногенной безопасности объектов повышенной экологической опасности с элементами герметизации* 299

***Секция* № 7. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА**

Жуков Ю. Д., Еременко А. П. *Децентрализованное принятие решений в мультиагентной системе обеспечения безопасности мореплавания* 301

Трунин К. С. *Оценка дополнительного натяжения буксирного троса при ударе по нему в центральной части встречного подводного объекта* 302

Король Ю.М., Любицкая Н.Г. *Использование результатов систематических модельных испытаний водоизмещающих катамаранов для решения оптимизационных задач их проектирования* 308

Король Ю.М., Коваленко А.А. *Генератор обводов быстроходных судов повышенной мореходности* 309

Трунин К. С. *Пространственное движение морских привязных систем на примере буёв нейтральной плавучести* 311

Соломенцев О.И.О. *Применении метода фазовой плоскости в задаче нахождения вероятности опрокидывания судна на нерегулярном волнении* 317

Соломенцев О.И. *Оценка поведения судна с аутригерами на нерегулярном попутном волнении* 320

Соломенцев О.И. *Цикл монографий по проектированию надводных кораблей* 322

Соломенцев О.И. *Приближённый полуэмпирический метод расчёта бортовых колебаний корабля сразу после получения повреждения* 324

Соломенцев О.И. *Методы переменной длины пробоины и переменной длины затопления при вероятностном анализе непотопляемости надводного корабля* 327

Соломенцев О.И. *Прямая и обратная задачи при определении показателя эффективности ракетно-артиллерийского катера береговой обороны*.....330

Некрасов В.А. *Комментарий к докладу Соломенцева О.И. «О применении метода фазовой плоскости в задаче нахождения вероятности опрокидывания судна на нерегулярном волнении»*.....332

***Секція* № 8. ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ**

Блінцов С.В., Грудініна Г.С., Бурунін А.П. *Математична модель для дослідження динаміки автономного підводного апарата на плоскій циркуляції*.....335

Надточій А.В; Садовський В.В; Гурко Т.С. *Забезпечення безпеки мореплавства безекіпажних надводних суден*.....337

Надточий В.А; Надточий И.И; Кобалава Г.З. *Частное решение обратной задачи кинематики для антропоморфного подводного манипулятора*.....338

Надточій В.А; Фоменко Є.Л; Муха О.М. *Безредукторні електроприводи з пружними елементами*.....341

Chengxi Wu. *Review and classification of the modern rov*.....343

Білюк І.С., Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М., Савченко О.В. *Система керування кроковими двигунами*.....346

Блінцов О.В., Алоба Л.Т., Корицький В.І., Сірівчук А.С., Табаков Є.М., Тищенко В.В. *Експериментальне дослідження роботи системи автоматичного керування підводним апаратом як агентом групи*.....347

Войтасик А.М. *Розробка мобільного поста енергетики та керування вантажного самохідного підводного носія*.....349

Корицький В.І. *Автоматизована система керування рухом самохідного прив'язного підводного апарата проекту "Гідрограф"*.....351

Сірівчук А. С. *Розробка регуляторів руху автономного підводного апарата з радіобуєм*.....352

Васильєв О.Г., Мороз М.М. *Математичне моделювання руху робочого органу маніпуляційного робота*.....354

Колесник І. А. *Дослідження процесу спікання металевих порошків у надвисокочастотному електромагнітному полі*.....355

Рябенький В.М., Чудайкин И.И., Таргунакова Ю.Д. *Методы генерации треугольной сетки для решения задач методом граничных элементов*.....356

Хлопенко Н.Я., Хлопенко И.Н. *Проектирование системы робастного управления потокосцеплением ротора с заданной точностью*.....358

Саржан Д. А., Дунаевский Д. Ф. *Автоматизация управления самоходными привязными подводными аппаратами в условиях сжатой подводной навигации*.....358

***Секція* № 9. КЕРУВАННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ У СУДНОБУДУВАННІ**

Кошкин К.В., Кнырик К.О., Дрозд О.В. *Методы моделирования проектируемых динамических систем*.....361

Рыжков А. С*. Расчёт качества преподавания по специальности судостроение при управлении международным проектом*.....362

V. Koshkin, A. Mandra *System dynamics computer model of water supply systems management*.....363

V. Koshkin, A. Mandra *Water supply systems and their influence on increasing operational safety in industry*.....364

Приходько С.Б., Кудін О.О. *Нелінійні регресійні моделі оцінювання тривалості робіт при управлінні часом проектів розробки конструкторської документації суден* 366

Грицаєнко М..Г. *Організаційна структура центру гуманітарного розмінування акваторій* 368

Рукавішніков Д. В. *Автоматизація розробки програм для верстатів з ЧПУ при виготовленні деталей суднових енергетичних установок* 369

Фарионова Т.А., Беркунский Е.Ю., Ворона М.В. *Разработка образовательных IT-ресурсов на основе архитектуры микросервисов* 370

Надточий А.В. *Моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень* 372

Бурунсуз К.С. *Застосування аналітично-мережевого процесу при оцінці ризиків проекту зі створення плазмохімічних елементів* 373

T. Grigoryan, V. Torubara *New tendencies in the programs of scientific personnel development* 375

Запорожец И.М., Король И.А. *MS PROJECT в управлении проектами судоремонтного производства* 376

Гайда А.Ю. *Ймовірнісна модель вибору оптимальної стратегії формування резервів ресурсів в управлінні проектами* 377

Савіна О. Ю. *Математичне моделювання ціннісно-орієнтованого управління портфелями проектів наукомістких підприємств* 378

Беркунський Є.Ю., Смикодуб Т.Г. *Використання контейнерів для розгортання додатків у архітектурі мікросервісів* 380

***Секція* № 10. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ**

Парсяк В.Н., Жукова О.Ю. *Суднобудівний інжиніринг в Україні (аналітичний огляд)* 382

Гурченков О. П., Мандра О. Є. *Передумови формування морегосподарського кластеру в Причорноморському регіоні України* 383

Дибач І.Л. *Чинники конкурентоспроможності ВНЗ* 385

Фатєєв М.В., Поткін О.О. *Моделювання бізнес-процесів морських торговельних портів* 386

Сивоконь К.С., Власов Я.В., Гришина Н.В. *Основні аспекти економічної безпеки підприємств портової галузі* 387

Ломоносова О. Е; Ломоносов А. В. *Проблеми формування та розвитку людського інтелектуального капіталу регіону (на прикладі Херсонської області)* 389

Зінченко А.І. *Альтернативне завантаження суднобудівних потужностей Причорномор'я як фактор інтенсифікації розвитку економіки моря* 390

Парсяк К.В. *Управління комунікаціями в малих проектних групах* 393

Parsyak Y *Eine Stiftung - ist ein Instrument für die Sicherstellung der ökonomischen Sicherheit von den Universitäten* 394

Поткін І.О. *Логістичні ланцюги в управлінні суднобудівними кластерними системами* 395

Трунин К. С. *Системи технологій та штучний інтелект* 396

Тубальцев А.М. *Вимоги безпеки при виконанні зварювальних робіт в суднобудуванні* 399

Тубальцева Н.П., Тубальцева С.А. *Зарубіжний досвід зниження витрат в логістичній системі* 400

Тубальцева С.А. Гурченков О.П. *Чинники ефективного розвитку промислового підприємства в сучасних умовах* 401

Каткова Н. В. Лакутіна К. С. *Ідентифікація та визнання нематеріальних активів* 403

Левенець Ю.А. *Збалансована система показників в управлінні туристичним кластером* 405

Сенотрусова Н.О. *Інвестиційні механізми структурних трансформацій у транспортній галузі України в умовах європейської інтеграції* 406

Запорожец И.М., Трушлякова А.Б. *Облачные технологии в управлении судостроительной кластерной системой* 407

Прокопович Л. Б. *Темні плями П(С)БО 16 «Витрати»* 408

Марущак С.М. *Випереджувальні стратегії вищої освіти як інструмент підвищення конкурентоспроможності економіки* 410

Циганова О.С. *Управління підприємством з точки зору еволюційної парадигми в економіці* 412

Балаценко О. Г., Медведєва В. М. *Концептуальні аспекти еколого-економічного аналізу діяльності підприємства* 413

Дюндін В. Д.; Антоненко Н. В. *Інноваційний розвиток освітніх установ* 415

Надточій І.І.; Загумений І.В. *Класифікація морських торговельних портів України* 417

Надточій І.І.; Ломоносова О.Е. *Експрес-метод оцінки конкурентоспроможності верстатної продукції* 418

Огорь Г.М.; Година Н.О. *Інноваційна діяльність малих підприємств: суть, формування і напрями розвитку в сучасних умовах господарювання* 419

Пулянович О.В.; Стоцький В.В. *Основні напрямки розвитку малого бізнесу в Херсонському регіоні* 420

Сіренко І.В., Іщенко О.А. *Особливості логістичного управління приморськими регіонами* 422

Секція **№ 11. ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ**

Бобіна О. В. *25 років Державній національній програмі «Освіта» («Україна XXI століття»)* 424

Жуков Ю.Д., Гордеев Б.Н., Емец Н.А., Кудин О.А. *Использование программного обеспечения AVEVA Marine и 3-D NUPAS-CADMATIC OUTFITTING при подготовке специалистов в области корабельной инженерии* 425

Шарапова В.В., Кисельова Т.В., Смуглякова М.К. *Teaching strategies in ESP* 427

Чугуєва І. Є., Ткаченко А. В. *Професійна підготовка кваліфікованих кадрів в системі вищої освіти: психологічні детермінанти* 429

Бєлоусова С.М., Шевченко Д.О., Давиденко О.Б. *Організація навчання іноземній мові у вищих навчальних закладах* 430

Дрожанова О. М., Ступак О. П. *Кібербезпека в цифровій економіці: соціально-філософський аспект* 431

Гресь А.А., Задорожная Т. П. *Роль ситуативной грамматики в изучении иностранного языка в неязыковом ВУЗЕ* 432

Джулай Г. Г. *До питання організації навчального процесу іноземних студентів* 433

Федоренко Т. М., Федоренко Г. М. *WEB.2 як принцип сучасної освіти* 434

Торубара В. В. *Пути повышения конкурентоспособности периодических научных изданий* 436

Трибулькевич К. Г. *Студентське самоврядування як умова становлення особистості в системі інженерно-технологічної освіти* 438

Фатєєва В.Г., Гресь А.А. *Формування навичок усного монологічного мовлення у іноземних студентів* 440

Ткаченко Т., Шенкевич В. *Створення і використання віртуального лабораторного практикуму* 441

Гарбар І.В., Петрович Л.І., Гарбар А.І. *Сучасні освітні технології навчання у вищій школі* 443

Тригуб О.В. *Використання інформаційних технологій та змішаного навчання у вищій школі* *444*

***Секція* № 12. МОРСЬКЕ ТРАНСПОРТНЕ ПРАВО**

Сандюк Г.О., Дубинський О.Ю. *Проблема правового підґрунтя діяльності фірм з озброєної охорони суден*..... *447*

Ломжець Ю. В. *Міжнародно-правові проблеми правового статусу окупованої частини Чорного моря*..... *448*

Ломакіна О.А. Дубинський О.Ю. *Правовий режим портового оператора*..... *450*

Дмитриченко І.В. *Правовий статус військового корабля у сучасному міжнародному морському праві* *451*

Дубова К. О. *Деякі питання регулювання авторського права нормами договору ВОІВ про авторське право* *454*

Горбова Г. О. *Адміністративна відповідальність за порушення правил перевезення пасажирів та вантажів морським транспортом*..... *456*

Сікорський О. П. *Капітан судна як службова особа, уповноважена на вчинення процесуальних дій у кримінальному провадженні* *457*

Вишневський В.Л., Костиря О.В. *Ретроспективний огляд формування відповідальності держави-прапору судна за екіпаж і судно* *459*

Karimberdyiev Roman V *Application of the Paris Memorandum of Understanding on Port State Control and Ukraine* *461*

Аврамова А.С. *Основні підходи до визначення і регламентування майнової відповідальності у торгівельному мореплавстві*..... *462*

Балашов Д.М. *Проблемні аспекти морського розбою в Україні та світі* *463*

Бондар Ю.О., Назарова О.Ю. *Портові збори в Україні: законодавство та практика*..... *465*

Борисова Х. О. *Роль Міжнародного кодексу з охорони суден та портових засобів в сфері забезпечення безпеки судна*..... *466*

Бикова О.А. *Морський звичай та його місце серед джерел міжнародного морського права* *467*

Григоренко Н.В. *Міжнародне право право як, регулятор відносин між державою та судном* *469*

Краснікова О. В. *Міжнародні організації в системі міжнародних морських правовідносин*..... *470*

Півторак Г.Ф. *Проблеми визначення судна та його прапор* *472*

Савич О.С. *Сучасні механізми захисту прав моряків на міжнародному та національному рівнях*..... *473*

Сурілова А. О. *Місце та роль інституту траншипменту в Україні* *475*

***Секція* № 13. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

Харитонов Ю.М., Афанасьєв О.В. *Використання методу інверсних темплетов при розробці проекту генерального плану порту* *477*

Харитонов Ю.Н., Голеншин В.В., Харитонов М. Ю. *Характеристики тепловых аккумуляторов энергетических установок судов портофлота*..... *479*

Харитонов Ю.М., Кручених О.І. *Моделювання генерального плану порту: визначення місця раціонального базування суден портофлоту* *480*

Харитонов Ю.М., Подаєнко М.Ю. *Модель управління проектами розвитку систем енергопостачання об'єктів портової інфраструктури*..... *482*

Харитонов Ю.М. *Класифікація проектів розвитку систем енергопостачання об'єктів портової інфраструктури* *483*

Харитонов Ю.М. *Фактори впливу морського просторового планування та технологічних платформ «Smart Port» на управління проектами розвитку систем енергопостачання* 485

Запорожец И.М., Волобуев В. Ю. *Управление проектами в судостроительных логистических системах*....486

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Митрохина А.Е., Остапенко С.Ю. *Анализ логистических аспектов при экспорте зерна в Украине*....487

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Бороткина М.А., Гусева-Божаткина В.А. *Оценка в логистических моделях прибыльности морского порта* 488

Галь А.Ф., Казарезов А.Я., Бондаренко Е.В., Шутков В.И. *Поиск критического пути сетевого графика как основы оптимизации производственной логистики морской инфраструктуры*....489

Казарезов А.Я., Галь А.Ф., Голубчик А.А., Тарасевич А.В. *Использование проектного подхода при создании производственных логистических систем* 490

Каримбердыев Р. В. *Система морского агентирования в Николаевском морском порту*....491

Каримбердыев Р. В. *Проблемы санитарного обеспечения и сброса балласта в портах Николаевского региона*....492

***Секція* № 14. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РИБОПРОМИСЛОВОГО ФЛОТУ ТА ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Потапов В.О., Семенюк Д.П. *Нове в методиці розрахунку процесу швидкого заморожування* 494

Янчева М. О., Потапов В. О., Гринченко О. О. *Розробка моделі кристалізації колоїдних капілярно-пористих систем в процесі заморожування*....495

O. Ostapenko, O. Yakovleva, M. Khmelniuk *Possibilities of combining solar thermal collectors with ground-source heat pump system for southern ukrainian region* 497

Козаченко И. С. Лагутин А.Е. *Анализ удельных характеристик воздухоохладителя на режимах определенных технологией холодильного хранения пищевых продуктов*....499

Трушляков Е.И., Радченко А.Н., Грич А.В. *Зональное кондиционирование воздуха машинного зала газовых двигателей автономного энергообеспечения пищевого производства*....501

Радченко А.М., Остапенко О.В. *Трансформація теплоти когенераційних газопоршневих модулів установки автономного електро-, тепло- та холодозабезпечення технологічного виробництва*....503

Бутовский Е. Д., Когут В. Е., Хмельнюк М. Г. *Экономический эффект от применения эжекторного теплообменника для конденсации паров углеводородов на нефтебазе* 505

Когут В. Е., Бушманов В. М., Бутовский Е. Д., Хмельнюк М. Г. *Эжекторный конденсационный фильтр для дымовых газов*....507

Георгиеш Е.В. *Результаты теоретических и эмпирических данных по кинетике извлечения целевого компонента из растительного материала* 508

Петренко М.А. *Применение интеллектуальных сетей электроснабжения для оптимизации энергопотребления холодильных систем*....511

Потапов В.О., Гриценко О.Ю. *Обґрунтування раціональних параметрів устаткування для сушіння під тиском*....512

Потапов В.О., Петренко О.В., Семенюк Д.П. *Транскритичні системи холодопостачання на CO_2 для підприємств рітейлу*....514

Прокопенко Н. Ю. *Применение клапанов и пилотов для регулирования процессов в промышленных холодильных установках* 516

Луняка К. В., Клюєв О. І., Русанов С. А. *Збільшення рушійної сили процесу теплообміну в кожухотрубчастих теплообмінниках при використанні розподільних вставок* 519

Луняка К. В., Клюєв О. І., Русанов С. А. *Дослідження впливу неоднорідності розподілу швидкості руху теплоносія в трубах кожухотрубчастого теплообмінника на відкладення осадів на стінках труб*..... 520

Русанов С. А., Луняка К. В. *Віброреологічні задачі в динаміці руху шарів сипких матеріалів*..... 522

Грич А.В. *Исследование эффективности охлаждения приточного воздуха машинного отделения установки автономного электро- тепло- и холодообеспечения перерабатывающего предприятия* 523

Остапенко А. В. *Двухпоточная система утилизации с рециркуляционным контуром установки автономного электро-, тепло- и холодообеспечения пищевого перерабатывающего предприятия* 525

УкрОборонПром
Державний концерн

Дослідно-проектний
центр кораблебудування
Державне підприємство

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ

Проектування бойових надводних кораблів і катерів, допоміжних суден і спеціальних плавучих споруд

Проектне забезпечення модернізації діючих бойових надводних кораблів і катерів

Дослідження в галузі морського озброєння та кораблебудівних наук

DNV·GL
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE
State Research & Design Shipbuilding Centre (Mykolayiv)
ISO 9001:2015

Науково-технічні послуги в галузі військового кораблебудування;

Технічний супровід й авторський нагляд за будівництвом кораблів

Державне підприємство «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
пр. Героїв України 1-Е, м.Миколаїв, 54025, Україна
тел.: +38 (0512) 766 521, факс: +38 (0512) 766 520
e-mail: office@srdsc.com www.srdsc.com

amico.ua

Полиметрические системы САДКО

более 20 лет надежной работы

Группа компаний АМИКО является одним из передовых и быстроразвивающихся поставщиков систем автоматизированного контроля-управления сложными процессами и производствами в различных отраслях нефтяной, газовой, химической, перерабатывающей, энергетической и судостроительной промышленности. История группы представляет собой цепь прорывных инноваций, охватывающих последние 20 лет. Обслуживая более 70 объектов в Украине и за рубежом, АМИКО занимает одну из лидирующих позиций на рынке систем дистанционного контроля параметров жидких и сыпучих сред, как на берегу, так и в море. Предприятия группы АМИКО наиболее известны своими системами автоматизированного дистанционного контроля (мониторинга и управления) серии САДКО™, запатентованными в целом и поэлементно в архитектуре, которая сохранила все наработки, начиная с 1993 года в ходе эволюции технических решений и модернизации электронных компонентов и программных платформ.

Системы САДКО обеспечивают

- оперативный дистанционный контроль параметров количества и качества жидких и сыпучих грузов (объем, масса, уровень, раздел сред, температура по высоте столба жидкости, плотность и т.п.). Контролю подлежат любые жидкости: нефтепродукты (бензин, дизтопливо, мазуты, масла, сжиженные газы), агрессивные жидкости (химические растворы, щелочи, кислоты); жидкости, имеющие высокую температуру и находящиеся под высоким давлением; загрязненные жидкости (льяльные воды) и т.д.;
- контроль техногенных производств с выдачей аварийных сигналов при достижении максимального и минимального допустимого уровня наполнения резервуаров с технологическими жидкостями, превышения температуры продукта, нарушения режима хранения и т.п.;
- индикацию наличия подтоварной воды в емкостях хранения нефтяных продуктов и газа;
- повышение экологической и экономической безопасности объекта путем предотвращения перелива в резервуарах, а также предотвращения пожароопасных ситуаций в зернохранилищах;
- управление доковыми операциями с контролем уровня воды в балластных отсеках, осадки, крена и дифферента, прогиба и перегиба корпуса;
- обеспечение надежности докования, уменьшение затрат времени и ресурсов, что повышает безопасность и сокращает время проведения работ.

Принцип действия

Принцип действия систем серии САДКО базируется на методе импульсной полиметрии.

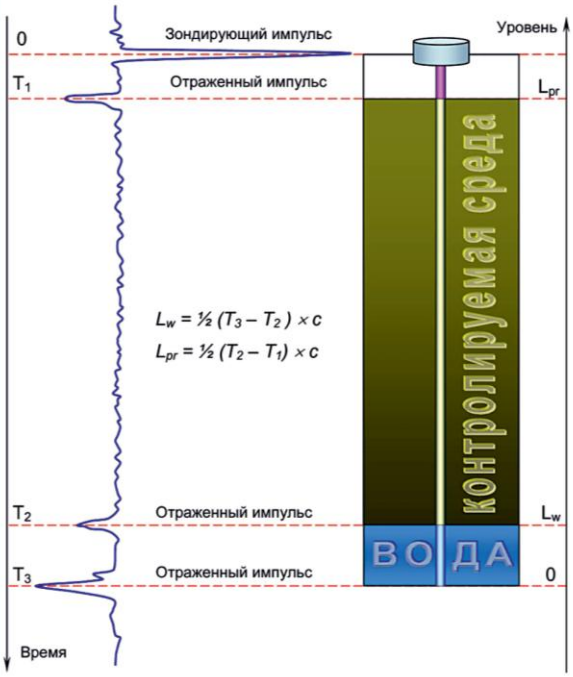
Короткий импульс напряжения передается в измерительную линию специальной конструкции. Электромагнитный импульс распространяется вдоль кабельной линии и частично отражается от каждой границы разделения сред (воздух-нефть, нефть-подтоварная вода, дефект в кабеле и т. п.).

Отраженный сигнал возвращается через ту же кабельную линию и обрабатывается программно.

Время возвращения отраженного сигнала есть функция уровня.

Программные средства обеспечивают обработку, хранение и отображение текущей информации.

Программное обеспечение выполняет обработку, хранение и отображение текущей информации, возможность выдачи информации сторонним потребителям. Оператор имеет возможность наблюдать за состоянием объекта в диалоговом режиме и оперативно реагировать в случае аварийной или внештатной ситуации.



Технические характеристики

Диапазон измерения уровня, м	от 0,2 до 30
Границы допустимой основной погрешности измерительных каналов уровня в диапазоне измерения от 0,2 до 15 м не более, %	±0,025
Разрешающая способность, мм	1
Погрешность расчета массы продукта не более, %	±0,35(*)
Диапазон измерения температуры, °С	от –30 до +125
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения температуры: в диапазоне от –10 до +80 °С, не более °С в диапазоне от –30 до –10 °С и от +80 до +120 °С, не более °С	 ±0,5 ±1

Преимущества и особенности

- возможность работы с любыми средами: сжиженными, под высоким давлением, охлажденными, агрессивными, продукцией пищевой промышленности (высокие требования к гигиене производства);
- взрывозащищенное исполнение;
- нечувствительность к изменению параметров внешней среды (колебания температуры, давления, наличие пены, изменение плотности продукта);
- выгодное отличие от аналогов по стоимости, техническим и метрологическим показателям;
- простота и надежность элементов и системы в целом, отсутствие подвижных частей (срок безаварийной эксплуатации систем САДКО на объектах заказчиков уже превысил 15 лет);
- гарантийное и послегарантийное обслуживание;
- высокий уровень ремонтопригодности обеспечивается блочной заменой элементов;
- возможность интеграции с любыми современными средством автоматизации;
- возможность предоставления доступа к архиву данных по параметрам продукта и состоянию резервуаров за весь срок их эксплуатации (в том числе через интернет).

Системы серии САДКО

- запатентованы в России и Украине;
- сертифицированы Госстандартом Украины, Российским Морским Регистром Судоходства, Госкомнадзорохрантруда Украины, Донецким испытательным сертификационным центром взрывобезопасности.

Группа компаний АМИКО©

54030, Украина, г. Николаев, ул. Спасская, 1
тел.: +38(0512)37-78-39, тел./факс: +38(0512)37-78-11
e-mail: info@amico.ua

Международный журнал об инновациях в судостроении

SHIPBUILDING & MARINE INFRASTRUCTURE

2017
№1 (7)

СУДОСТРОЕНИЕ И МОРСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

ISSN 2409-3858
smi.nuos.edu.ua

Cooperation of the Makarov National University of Shipbuilding and Yancheng Vocational Institute of Industry Technology

УКРАИНСКО-КИТАЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ В СУДОСТРОЕНИИ И СМЕЖНЫХ ОБЛАСТЯХ

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ:

- Международный форум сотрудничества в области инноваций и технологий
- Mechanical and tribological performance of TC4 alloy with surface plasma molybdenization
- Optimization of control algorithm for BLDCM in the ship
- Design and analysis of doubly salient permanent magnet dual-mechanical port motor for offshore ships
- Аналитические исследования физических полей гидроакустических станций с линейными протяженными буксируемыми антеннами вблизи морской поверхности

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

VIII міжнародна науково-технічна конференція

11-13 жовтня 2017 року

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

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

(українською, російською, англійською і німецькою мовами)

Відповідальний за випуск В. С. Блінцов
Комп'ютерна верстка В. В. Торубара

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк. 63,3. Тираж 100. Зам. № 148

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
e-mail: publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.